COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, RUE DE SEINE-SAINT-GERMAIN, 10, PRÈS L'INSTITUT.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME SOIXANTE-SIXIÈME.

JANVIER — JUIN 1868.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55

1868

ÉTAT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

AU 1ER JANVIER 1868.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie.*

Messieurs :

LAMÉ (Gabriel) (O. ✵).
CHASLES (Michel) (C. ✵).
BERTRAND (Joseph-Louis-François) (O. ✵).
HERMITE (Charles) (O. ✵).
SERRET (Joseph-Alfred) ✵.
BONNET (Pierre-Ossian) ✵.

SECTION II. — *Mécanique.*

Le Baron DUPIN (Charles) (G. C. ✵).
PIOBERT (Guillaume) (G. O. ✵).
MORIN (Arthur-Jules) (C. ✵).
COMBES (Charles-Pierre-Mathieu) (C. ✵).
FOUCAULT (Jean-Bernard-Léon) (O. ✵).
N. . . . .

SECTION III. — *Astronomie.*

MATHIEU (Claude-Louis) (C. ✵).
LIOUVILLE (Joseph) (O. ✵).
LAUGIER (Paul-Auguste-Ernest) (O. ✵).
LE VERRIER (Urbain-Jean-Joseph) (G. O. ✵).
FAYE (Hervé-Auguste-Étienne-Albans) (O. ✵).
DELAUNAY (Charles-Eugène) (O. ✵).

SECTION IV. — *Géographie et Navigation.*

DE TESSAN (Louis-Urbain DORTET) (O. ✵).
Le Contre-Amiral PARIS (François-Edmond) (C. ✵).
JURIEN DE LA GRAVIÈRE (Jean-Pierre-Edmond) (G. O. ✵).
DUPUY DE LOME (Stanislas-Charles-Henri-Laurent) (G. O. ✵).
ABBADIE (Antoine Thomson D') ✵.
YVON VILLARCEAU (Antoine-Joseph-François) ✵.

Section V. — *Physique générale.*

Messieurs :

Becquerel (Antoine-César) (c. ✵).
Pouillet (Claude-Servais-Mathias) (o. ✵).
Babinet (Jacques) ✵.
Duhamel (Jean-Marie-Constant) (o. ✵).
Fizeau (Armand-Hippolyte-Louis) ✵.
Becquerel (Alexandre-Edmond) ✵.

SCIENCES PHYSIQUES.

Section VI. — *Chimie.*

Chevreul (Michel-Eugène) (g. o. ✵).
Dumas (Jean-Baptiste) (g. c. ✵).
Regnault (Henri-Victor) (c. ✵).
Balard (Antoine-Jérôme) (c. ✵).
Fremy (Edmond) (o. ✵).
Wurtz (Charles-Adolphe) (o. ✵).

Section VII. — *Minéralogie.*

Delafosse (Gabriel) (o. ✵).
Le Vicomte d'Archiac (Étienne-Jules-Adolphe Desmier de Saint-Simon) (o. ✵).
Sainte-Claire Deville (Charles-Joseph) (o. ✵).
Daubrée (Gabriel-Auguste) (o. ✵).
Sainte-Claire Deville (Étienne-Henri) (o. ✵).
Pasteur (Louis) (o. ✵).

Section VIII. — *Botanique.*

Brongniart (Adolphe-Théodore) (c. ✵).
Tulasne (Louis-René) ✵.
Gay (Claude) ✵.
Duchartre (Pierre-Étienne-Simon) (o. ✵).
Naudin (Charles-Victor) ✵.
Trécul (Auguste-Adolphe-Lucien) ✵.

SECTION IX. — *Économie rurale.*

Messieurs :

BOUSSINGAULT (Jean-Baptiste-Joseph-Dieudonné) (C. ✵).
PAYEN (Anselme) (C. ✵).
DECAISNE (Joseph) (O. ✵).
PELIGOT (Eugène-Melchior) (O. ✵).
Le Baron THENARD (Arnould-Paul-Edmond) ✵.
N. . . . .

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie.*

EDWARDS (Henri-Milne) (C. ✵).
COSTE (Jean-Jacques-Marie-Cyprien-Victor) ✵.
DE QUATREFAGES DE BRÉAU (Jean-Louis-Armand) (O. ✵).
LONGET (François-Achille) (C. ✵).
BLANCHARD (Charles-Émile) ✵.
ROBIN (Charles-Philippe) ✵.

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie.*

SERRES (Étienne-Renaud-Augustin) (C. ✵).
ANDRAL (Gabriel) (C. ✵).
BERNARD (Claude) (C. ✵).
Le Baron CLOQUET (Jules-Germain) (C. ✵).
NÉLATON (Auguste) (G. O. ✵).
N. . . . .

SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

ÉLIE DE BEAUMONT (Jean-Baptiste-Armand-Louis-Léonce) (G. O. ✵), pour les Sciences Mathématiques.
N. pour les Sciences Physiques.

ACADÉMICIENS LIBRES.

Messieurs :

Le Baron SÉGUIER (Armand-Pierre) (O. ✵).
BUSSY (Antoine-Alexandre-Brutus) (O. ✵).
DELESSERT (François-Marie) (O. ✵).
BIENAYMÉ (Irénée-Jules) (O. ✵).
Le Maréchal VAILLANT (Jean-Baptiste-Philibert) (G. C. ✵).
DE VERNEUIL (Philippe-Édouard POULLETIER) ✵.
PASSY (Antoine-François) (C. ✵).
Le Comte JAUBERT (Hippolyte-François) (O. ✵).
ROULIN (François-Désiré) ✵.
Le Baron LARREY (Félix-Hippolyte) (C. ✵).

ASSOCIÉS ÉTRANGERS.

BREWSTER (Sir David) (O. ✵), à Édimbourg, *Écosse.*
HERSCHEL (Sir John William), à Londres, *Angleterre.*
OWEN (Richard) (O. ✵), à Londres, *Angleterre.*
EHRENBERG, à Berlin, *Prusse.*
Le Baron DE LIEBIG (Justus) (C. ✵), à Munich, *Bavière.*
WÖHLER (Frédéric) (O. ✵), à Göttingue, *Prusse.*
DE LA RIVE (Auguste) ✵, à Genève, *Suisse.*
N. . . . .

CORRESPONDANTS.

NOTA. Le règlement du 6 juin 1808 donne à chaque Section le nombre de Correspondants suivant.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie* (6).

LE BESGUE ✵, à Bordeaux, *Gironde.*
TCHÉBYCHEF, à Saint-Pétersbourg, *Russie.*
KUMMER, à Berlin, *Prusse.*
NEUMANN, à Kœnigsberg, *Prusse.*
SYLVESTER, à Woolwich, *Angleterre.*
PLÜCKER, à Bonn, *Prusse.*

SECTION II. — *Mécanique* (6).

Messieurs :

BURDIN (O. ✵), à Clermont-Ferrand, *Puy-de-Dôme*.
SEGUIN aîné (Marc) (O. ✵), à Montbard, *Côte-d'Or*.
MOSELEY, à Londres, *Angleterre*.
FAIRBAIRN (William) ✵, à Manchester, *Angleterre*.
CLAUSIUS (Julius-Emmanuel-Rudolf), à Wurtzbourg, *Bavière*.
N. . . . .

SECTION III. — *Astronomie* (16).

AIRY (Biddell) ✵, à Greenwich, *Angleterre*.
HANSEN, à Gotha, *Saxe Ducale*.
SANTINI, à Padoue, *Italie*.
ARGELANDER, à Bonn, *Prusse*.
HIND, à Londres, *Angleterre*.
PETERS, à Altona, *Prusse*.
ADAMS (J.-C.), à Cambridge, *Angleterre*.
Le Père SECCHI (O. ✵), à Rome, *État Pontifical*.
CAYLEY, à Londres, *Angleterre*.
MAC-LEAR, au Cap de Bonne-Espérance, *Colonie du Cap*.
STRUVE (Otto Wilhelm), à Pulkowa, *Russie*.
PLANTAMOUR (Émile), à Genève, *Suisse*.
N. . . . .
N. . . . .
N. . . . .
N. . . . .

SECTION IV. — *Géographie et Navigation* (8).

Le Prince Anatole DE DÉMIDOFF, à Saint-Pétersbourg, *Russie*.
L'Amiral DE WRANGELL, à Saint-Pétersbourg, *Russie*.
L'Amiral LÜTKE, à Saint-Pétersbourg, *Russie*.
DE TCHIHATCHEF (C. ✵), à Saint-Pétersbourg, *Russie*.
RICHARDS (le Capitaine), à Londres, *Angleterre*.
N. . . . .
N. . . . .
N. . . . .

Section V. — *Physique générale* (9).

Messieurs :

Hansteen, à Christiania, *Norvége.*
Forbes (James-David), à Édimbourg, *Écosse.*
Wheatstone ✵, à Londres, *Angleterre.*
Plateau, à Gand, *Belgique.*
Matteucci, à Pise, *Italie.*
Magnus, à Berlin, *Prusse.*
Weber (Wilhelm), à Göttingue, *Prusse.*
Hirn (Gustave-Adolphe), au Logelbach, *Haut-Rhin.*
N. . . . .

SCIENCES PHYSIQUES.

Section VI. — *Chimie* (9).

Bérard (O. ✵), à Montpellier, *Hérault.*
Graham, à Londres, *Angleterre.*
Bunsen (O. ✵), à Heidelberg, *Grand-Duché de Bade.*
Malaguti (O. ✵), à Rennes, *Ille-et-Vilaine.*
Hofmann, à Londres, *Angleterre.*
Schoenbein, à Bâle, *Suisse.*
Favre ✵, à Marseille, *Bouches-du-Rhône.*
Marignac (Galissard de), à Genève, *Suisse.*
Frankland, à Londres, *Angleterre.*

Section VII. — *Minéralogie* (8).

Rose (Gustave), à Berlin, *Prusse.*
D'Omalius d'Halloy, à Halloy, près de Ciney, *Belgique.*
Murchison (Sir Roderick Impey) ✵, à Londres, *Angleterre.*
Fournet ✵, à Lyon, *Rhône.*
Haidinger, à Vienne, *Autriche.*
Sedgwick, à Cambridge, *Angleterre.*
Lyell, à Londres, *Angleterre.*
Damour (O. ✵), à Villemoisson, *Seine-et-Oise.*

Section VIII. — *Botanique* (10).

Messieurs :

De Martius, à Munich, *Bavière*.
Mohl (Hugo de), à Tübingue, *Wurtemberg*.
Lestiboudois (Gaspard-Thémistocle) ✻, à Lille, *Nord*.
Candolle (Alphonse de) ✻, à Genève, *Suisse*.
Schimper ✻, à Strasbourg, *Bas-Rhin*.
Thuret, à Antibes, *Var*.
Lecoq ✻, à Clermont-Ferrand, *Puy-de-Dôme*.
Braun (Alexandre), à Berlin, *Prusse*.
Hofmeister, à Heidelberg, *Grand-Duché de Bade*.
Hooker (Jos. Dalton), à Kew, *Angleterre*.

Section IX. — *Économie rurale* (10).

Girardin (O. ✻), à Lille, *Nord*.
Kuhlmann (O. ✻), à Lille, *Nord*.
Pierre (Isidore) ✻, à Caen, *Calvados*.
Chevandier (O. ✻), à Cirey, *Meurthe*.
Reiset (Jules) ✻, à Écorchebœuf, *Seine-Inférieure*.
Martins (Charles) ✻, à Montpellier, *Hérault*.
De Vibraye, à Cheverny, *Loir-et-Cher*.
Le Vicomte de Vergnette-Lamotte, à Beaune, *Côte-d'Or*.
Marès (Henri), à Montpellier, *Hérault*.
N. . . . .

Section X. — *Anatomie et Zoologie* (10).

Quoy (C. ✻), à Brest, *Finistère*.
Agassiz (O. ✻), à Cambridge, *États-Unis*.
Pouchet ✻, à Rouen, *Seine-Inférieure*.
De Baer, à Saint-Pétersbourg, *Russie*.
Carus, à Dresde, *Saxe*.
Purkinje, à Breslau, *Prusse*.
Gervais (Paul) ✻, à Montpellier, *Hérault*.
Van Beneden, à Louvain, *Belgique*.
De Siebold (Charles-Théodore-Ernest), à Munich, *Bavière*.
Pictet (François-Jules), à Genève, *Suisse*.

Section XI. — *Médecine et Chirurgie* (8).

Messieurs :

Sédillot (C. ✵), à Strasbourg, *Bas-Rhin*.
Guyon (C. ✵), à Alger, *Algérie*.
De Virchow (Rodolphe), à Berlin, *Prusse*.
Bouisson ✵, à Montpellier, *Hérault*.
Ehrmann (O. ✵), à Strasbourg, *Bas-Rhin*.
Lawrence, à Londres, *Angleterre*.
Gintrac (Élie) ✵, à Bordeaux, *Gironde*.
N. . . . .

Commission pour administrer les propriétés et fonds particuliers de l'Académie.

Chasles,
Decaisne,
Et les Membres composant le Bureau.

Conservateur des Collections de l'Académie des Sciences.

Becquerel.

Changements survenus dans le cours de l'année 1867.

(Voir à la page 15 de ce volume.)

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 JANVIER 1868.

PRÉSIDENCE DE M. DELAUNAY.

RENOUVELLEMENT ANNUEL

DU BUREAU ET DE LA COMMISSION ADMINISTRATIVE.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Vice-Président, qui, cette année, doit être pris dans les Sections de Sciences Physiques.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 49 :

M. Claude Bernard obtient.	41	suffrages.
M. de Quatrefages.	3	»
MM. Decaisne, Dumas, Fremy, Longet, H. Sainte-Claire Deville, chacun.	1	»

M. **Cl. Bernard**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé Vice-Président pour l'année 1868.

L'Académie procède ensuite, par la voie du scrutin, à la nomination de deux Membres appelés à faire partie de la Commission centrale administrative.

Sur 48 votants :

M. Chasles obtient.	47	suffrages.
M. Decaisne.	46	»

MM. **Chasles** et **Decaisne**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, sont déclarés élus.

Conformément au Règlement, le Président sortant de fonctions doit, avant de quitter le Bureau, faire connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des Recueils qu'elle publie et les changements arrivés parmi les Membres et les Correspondants de l'Académie dans le cours de l'année.

M. **Chevreul** donne à cet égard les renseignements suivants :

État de l'impression des Recueils de l'Académie au 1er janvier 1868.

Volumes publiés.

« *Mémoires de l'Académie.* — Le tome XXIX a été mis en distribution en mars 1867.

» *Mémoires des Savants étrangers.* — Aucun volume n'a paru dans le courant de l'année 1867.

» *Comptes rendus de l'Académie.* — Les tomes LXII et LXIII (1er et 2e semestre 1866) ont été mis en distribution avec leurs Tables.

Volumes en cours de publication.

» *Mémoires de l'Académie.* — Le tome XXXVI a cinquante-six feuilles tirées.

» Les feuilles 1 à 4 contiennent le travail de M. Chevreul intitulé : « Mémoire sur des phénomènes d'affinités capillaires ».

Les feuilles 5 à 10 sont réservées à un Mémoire du même auteur ayant pour titre : « Examen critique, au point de vue de l'histoire de la Chimie, d'un écrit alchimique intitulé : *Artefii clavis majoris sapientiæ* ».

» Les feuilles 11 à 13 contiennent le Mémoire de M. Becquerel sur les zones d'orages à grêle.

» Les feuilles 14 et 15 sont affectées à un travail du même auteur sur la distribution de la chaleur et de ses variations depuis le sol jusqu'à 36 mètres au-dessous.

» Les feuilles 16 à 23 contiennent un travail du même auteur, portant pour titre : « Mémoire sur les pluies ».

» Un Mémoire du même auteur, sur les effets chimiques produits dans les espaces capillaires, occupe les feuilles 24 à 30.

» Enfin les feuilles 31 à 56 sont réservées au travail de M. Ch. Robin sur l'évolution de la notocorde des cavités des disques intervertébraux et de leur contenu gélatineux.

» La fin de ce Mémoire est contenue dans la feuille 57, dont le bon à tirer est entre les mains de l'imprimeur.

» Les feuilles 58 à 63 sont également bonnes à tirer. Elles contiennent un troisième Mémoire de M. Becquerel sur les effets chimiques produits dans les espaces capillaires.

» Le tome XXXVII, réservé au Mémoire de M. Regnault sur la vitesse de propagation des ondes dans les milieux gazeux, a soixante-sept feuilles tirées.

» Ces soixante-sept feuilles formeront la première partie du volume qui paraîtra sous peu.

» *Mémoires des Savants étrangers.* — Le tome XVIII a quatre-vingt-onze feuilles tirées : seize pour le Mémoire de M. Doyère, douze pour le Mémoire de M. Phillips, onze pour le Mémoire de M. Hesse, quatorze pour le Mémoire de M. Rolland, quatre feuilles un quart pour le Mémoire de M. Delesse, quatre pour le Mémoire de M. Rouché, deux feuilles un quart pour le Mémoire de MM. Tresca et Laboulaye, enfin vingt-sept feuilles et demie pour celui de M. Des Cloizeaux.

» Ce volume doit être terminé par le Mémoire de M. Tresca sur l'écoulement des corps solides, dont les placards corrigés sont à l'imprimerie.

» *Comptes rendus de l'Académie.* — Le tome LXIV (1er semestre 1867) paraîtra prochainement avec sa Table.

» Les numéros ont paru, chaque semaine, avec leur exactitude habituelle.

Changements arrivés parmi les Membres depuis le 1er janvier 1867.

Membres décédés.

» *Secrétaire perpétuel :* **M. Flourens**, le 6 décembre 1867.

» *Section de Médecine et de Chirurgie :* **M. Jobert de Lamballe**, le 19 avril 1867; **M. Velpeau**, le 24 août 1867.

» *Section de Chimie :* **M. Pelouze**, le 31 mai 1867.

» *Section d'Économie rurale :* **M. Rayer**, le 10 septembre 1867.

» *Section de Mécanique :* **M. Poncelet**, le 23 décembre 1867.

» *Académiciens libres :* **M. Civiale**, le 13 juin 1867.

» *Associés étrangers :* **M. Faraday**, le 25 août 1867.

Membres élus.

» *Section de Géographie et Navigation :* **M. D'ABBADIE**, le 22 avril 1867, à l'une des places créées par le décret du 3 janvier 1866; **M. YVON VILLARCEAU**, le 17 juin 1867, à la dernière des trois places créées par le décret du 3 janvier 1866.

» *Section de Chimie :* **M. WURTZ**, le 15 juillet 1867, en remplacement de feu **M. PELOUZE**.

» *Section de Médecine et de Chirurgie :* **M. NÉLATON**, le 3 juin 1867, en remplacement de feu **M. JOBERT DE LAMBALLE**.

» *Académiciens libres :* M. le Baron **LARREY**, le 9 décembre 1867, en remplacement de feu **M. CIVIALE**.

Membres à remplacer.

» *Secrétaire perpétuel :* **M. FLOURENS**.

» *Section de Médecine et de Chirurgie :* **M. VELPEAU**.

» *Section d'Économie rurale :* **M. RAYER**.

» *Section de Mécanique :* **M. PONCELET**.

» *Associé étranger :* **M. FARADAY**.

Changements arrivés parmi les Correspondants depuis le 1er janvier 1867.

Correspondants décédés.

» *Section d'Astronomie :* **M. VALZ**, à Marseille, le 22 février 1867.

» *Section de Géographie et Navigation :* **M. GIVRY**, au Goulet près Gaillon, le 6 mars 1867; **M. DALLAS BACHE**, à Washington, le...

» *Section d'Anatomie et Zoologie :* **M. EUDES DESLONGCHAMPS**, à Caen, le 18 janvier 1867.

» *Section de Médecine et Chirurgie :* **M. PANIZZA**, à Pavie, le 17 avril 1867.

Correspondants élus.

» *Section de Géométrie :* **M. PLUCKER**, à Bonn, le 6 mai 1867.

» *Section de Physique :* **M. HIRN**, au Logelbach, le 20 mai 1867.

» *Section d'Anatomie et Zoologie :* **M. DE SIEBOLD**, à Munich, le 6 mai 1867; **M. PICTET**, à Genève, le 13 mai 1867.

Correspondants à remplacer.

» *Section de Mécanique :* M. **Bernard**, à Saint-Benoît-du-Sault (Indre), décédé le.... 1866.

» *Section d'Astronomie :* M. **Encke**, à Berlin, décédé le... septembre 1865; M. l'Amiral **Smyth**, à Londres, décédé le... septembre 1865; M. **Petit**, à Toulouse, décédé le 27 novembre 1865; M. **Valz**, à Marseille, décédé le 22 février 1867.

» *Section de Géographie et Navigation :* M. **Givry**, au Goulet près Gaillon, décédé le 6 mars 1867; M. **d'Abbadie**, à Urrugue, élu Membre de l'Académie, le 22 avril 1867; M. **Dallas Bache**, à Washington, décédé le....

» *Section de Physique générale :* M. **Marianini**, à Modène, décédé le 9 juin 1866.

» *Section d'Economie rurale :* M. **Lindley**, à Londres, décédé le 1er novembre 1865.

» *Section de Médecine et de Chirurgie :* M. **Panizza**, à Pavie, décédé le 17 avril 1867.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Yvon Villarceau** lit la Note suivante :

« Dans la dernière séance, j'avais manifesté l'intention de ne répondre à la communication de M. Le Verrier, qu'après qu'il aurait formulé les objections que pourrait lui suggérer le Mémoire lu par moi dans cette même séance. Cependant, la discussion menaçant de se prolonger, je crois devoir dès aujourd'hui aborder certains points de fait, me réservant de revenir plus tard sur la partie vraiment scientifique du débat, si cela devient nécessaire.

» Par précaution oratoire, M. Le Verrier regretterait que la seconde discussion, entièrement impersonnelle, ne conservât pas son caractère purement scientifique. Afin de le lui garder, il ne considérera, dit-il, que la nature des arguments qui pourront venir de divers points; il y répondra sans s'occuper de leurs auteurs : il serait heureux que ses contradicteurs voulussent bien en user ainsi. Je serais heureux moi-même de pouvoir me

rendre au désir exprimé par M. Le Verrier; mais l'emploi continu de l'impersonnel nuit à la clarté de l'exposition, le monosyllabe *on* désignant tantôt le contradicteur, tantôt des personnes étrangères à la discussion. Je vais suivre l'ordre adopté par M. Le Verrier dans sa communication du 30 décembre.

» 1° Je reproduis ici la réponse faite verbalement dans la dernière séance, en déclarant, de nouveau, que je n'ai pas entendu mettre M. Le Verrier en contradiction avec lui-même, en lui attribuant le projet d'un transfert de l'Observatoire, et que j'ai seulement voulu dire que la question du transfert se posait d'elle-même, à la suite des incompatibilités prévues dans la Note de M. Le Verrier, insérée au *Compte rendu* du 11 novembre.

» 2° M. Le Verrier conteste l'exactitude des faits énoncés dans la phrase suivante de mon Mémoire : « A ma prière, M. Le Verrier a bien voulu » faire préparer un relevé, mois par mois, des 900 valeurs de la latitude » obtenues au Cercle de Gambey pendant six années. » Or, à l'occasion d'observations de la latitude, que je fis en février et mars 1863, à la Station du Jardin, j'insérai, dans les *Annales de l'Observatoire*, publiées par M. Le Verrier, la phrase suivante, qui ne fut de sa part l'objet d'aucune réclamation (1) : « En ce qui concerne l'influence de la saison, nous avons » prié M. Le Verrier de vouloir bien faire relever, par mois, les latitudes » observées au Cercle de Gambey, dont la moyenne a été présentée ci- » dessus. » Entre cette rédaction et la phrase incriminée, il est impossible de reconnaître la moindre différence. Ainsi tombent, comme dénués de toute espèce de fondement, les reproches formulés par M. Le Verrier en ces termes :

« NOUS NE L'AVONS PAS PUBLIÉE (la suite des valeurs, mois par mois, de » la latitude), et nous devons regretter qu'on en ait fait usage SANS NOTRE » ASSENTIMENT, parce qu'on nous a ainsi ôté l'occasion de prévenir que » cette étude aurait eu besoin d'être complétée avant d'être PRÉSENTÉE » A L'ACADÉMIE. »

» Les résultats ont été publiés par M. Le Verrier en 1866.

» 3° De ce que j'ai émis l'opinion qu'on n'obtiendra la vraie latitude de l'Observatoire de Paris, qu'en s'installant successivement, à quelque distance de la ville, dans deux ou trois localités qu'on rattacherait à l'Observatoire par des triangles, M. Le Verrier tire cette conséquence : qu'une fois le nouvel Observatoire établi, il faudrait encore s'en aller dans deux ou

(1) *Annales de l'Observatoire impérial de Paris; Mémoires*, t. VIII, p. 319.

trois autres localités pour en déterminer la latitude. Je ne puis comprendre que le sens de ma proposition ait échappé à M. Le Verrier. Pourquoi insisté-je sur la nécessité d'observer la latitude en s'installant hors de l'enceinte de Paris? C'est parce que, dans ma conviction, il n'est pas possible de la déterminer en restant à l'Observatoire actuel. Or, puisque l'emplacement du nouvel Observatoire sera, par hypothèse, convenablement choisi, il sera possible d'y déterminer directement la latitude. Quant à l'Observatoire actuel, si je propose d'observer dans deux ou trois stations au lieu d'une seule, c'est afin de tenir compte, par voie d'interpolation, de l'effet des inégalités dans les attractions locales, s'il vient à s'en manifester (1).

» 4° J'ai dit que la grande comète de 1861 est restée invisible à Paris dans le dernier mois, tandis qu'en Grèce, avec une lunette beaucoup moins puissante que la nôtre, on continuait encore à l'observer, et j'ai attribué cet insuccès à l'illumination des vapeurs disséminées dans l'atmosphère, par les nombreux becs de gaz qui brûlent tout autour de l'Observatoire. M. Le Verrier conteste la légitimité de cette conclusion, préférant accuser le climat de Paris et les mauvais temps. Il nous apprend que sa dernière observation de la comète est du 28 décembre 1861, et que le ciel est resté couvert pendant une partie du mois de janvier suivant. Il ne suppose pas qu'on eût pu continuer les observations en allant *en villégiature* à Fontenay-aux-Roses. Enfin il affirme que, pour observer les comètes plus avant dans les profondeurs du ciel, il faut aller dans le midi de la France.

» Le climat n'exerce pas sur la visibilité des astres l'influence que lui attribue M. Le Verrier : on sait en effet que la comète de 1861 a été observée à l'Observatoire de Poulkova, *à quatre lieues de Saint-Pétersbourg*, les 20, 21,

(1) Puisque cela paraît nécessaire, je vais présenter un supplément d'explications.

La latitude d'une station hors de Paris étant supposée obtenue, il faudra, pour en conclure celle de l'Observatoire actuel, appliquer au résultat une réduction qui dépendra des éléments de l'ellipsoïde osculateur, de la distance à l'Observatoire et de l'azimut de cette distance. Si l'on connaissait les valeurs exactes de ces éléments, toutes les observations faites en diverses stations autour de Paris devraient conduire à un même résultat pour la latitude de l'Observatoire. On évitera les difficultés qui tiennent à l'absence de données relatives à l'ellipsoïde osculateur, en remarquant que la latitude est une fonction des deux coordonnées à l'aide desquelles on peut fixer la position des stations par rapport à l'Observatoire de Paris. En effet, ayant obtenu, par les observations, les valeurs de la latitude d'un nombre suffisant de stations convenablement choisies autour de la ville, il suffira d'effectuer une interpolation pour déduire la latitude de l'Observatoire de Paris, telle qu'on l'obtiendrait directement si cela était possible.

22 et 25 mars 1862 (1), c'est-à-dire environ trois mois après la dernière observation qu'on ait pu faire à Paris. Cette comète a été suivie attentivement par les astronomes qui disposent de fortes lunettes, et il est remarquable que ce soit dans la station la plus boréale qu'on ait réussi à l'observer le plus longtemps. Chacun regardera comme extrêmement probable qu'on eût pu l'observer à Fontenay-aux-Roses, et tout aussi longtemps, avec une lunette de la puissance de celle de Poulkova (14 pouces). Les climats méridionaux ne sont pas nécessairement ceux où l'atmosphère présente le plus de transparence : on pourrait citer plus d'un exemple à l'appui de cette assertion. La chaleur absorbée par le sol produit ces mélanges incomplets d'air à des températures différentes, qui troublent la transparence de l'atmosphère ; ces effets sont atténués par le voisinage de la mer. On peut consulter sur cette matière un intéressant travail que notre illustre confrère M. le Maréchal Vaillant a publié, l'an dernier, dans le journal *les Mondes*.

» 5° J'avais prédit à M. Le Verrier, vers 1858, que désormais on ne découvrirait plus aucune comète télescopique à l'Observatoire de Paris. Aujourd'hui M. Le Verrier trouve de telles prévisions trop faciles, attendu qu'on ne cherche pas et qu'on ne doit pas chercher de comètes à l'Observatoire de Paris, non plus qu'à Greenwich. M. Le Verrier ne professait pas encore cette opinion en 1861 ; car, à la fin de cette année-là, il me chargea de préparer le projet d'un chercheur de comètes qui devait être installé sur la tourelle recouvrant le grand escalier. J'imaginai alors un nouvel appareil qui a été exécuté plus tard et installé à la succursale de Marseille.

» M. Le Verrier estime, avec raison, que nous sommes moins favorisés, pour la recherche des comètes, que les astronomes des pays situés à l'est de la France, et il en conclut que les fonctionnaires qui seraient chez nous employés à la recherche des comètes, perdraient leur temps à Paris, et le perdraient tout aussi bien à Fontenay. J'ai dit que l'illumination de l'atmosphère est un obstacle invincible actuellement à l'Observatoire de Paris ; mais cet obstacle n'existe pas pour Fontenay-aux-Roses. Quant à la situation du département de la Seine, à l'ouest du continent, je ne sache pas qu'elle ait changé depuis l'époque antérieure à 1858, où l'on découvrait encore assez fréquemment des comètes à l'Observatoire de Paris. La plupart de nos confrères se rappellent encore les découvertes de comètes faites par MM. Laugier, Mauvais, Faye, Goujon, et annoncées par M. Arago ; ils n'ont pas oublié les découvertes de comètes faites par M. Dien, et présen-

(1) *Astronomische Nachricten*, n° 1357, p. 206.

tées à l'Académie par M. Le Verrier lui-même. C'est donc bien la mauvaise situation actuelle de l'Observatoire qui rend inutile toute tentative de recherches de comètes.

» 6° J'aborde, en terminant, un sujet délicat. M. Le Verrier insinue que les millions qui pourront provenir de la vente des terrains de l'Observatoire seront employés *entre autres* à construire des logements pour les observateurs. « (Une maison par personne.) » On conviendra qu'il vaudrait mieux donner à chaque observateur, en exécution du décret du 30 janvier 1854, un logement *dans le voisinage des instruments*, que de les laisser s'établir en ville, à un ou deux kilomètres de l'Observatoire. Mais M. Le Verrier va plus loin : il ne nie pas « que cet *établissement de petites maisons* de cam- » pagne n'ait dû rallier plus d'un suffrage. » Je croirais manquer au respect que je dois à l'Académie, si je me laissais aller à relever de pareilles insinuations. »

ASTRONOMIE. — *L'Observatoire impérial de Paris, sa situation et son avenir; par* **M. Le Verrier.** [Troisième Note (1).]

« Dans un premier article (séance du 23 décembre 1867, *Comptes rendus*, p. 1073), j'ai exposé qu'il est inutile de déplacer l'Observatoire actuel de Paris : qu'il faut seulement pourvoir sous un ciel plus pur à l'étude de quelques phénomènes d'un très-faible éclat, et que ce ciel, ce n'est pas dans la vallée de la Seine, mais dans le Midi que la France doit aller le chercher. Or, on a donné satisfaction à ce besoin par la fondation de la succursale de Marseille.

» Dans une deuxième Note (séance du 30 décembre 1867, *Comptes rendus*, p. 1106), j'ai répondu à deux objections qui avaient été produites concernant la détermination de la latitude de Paris et l'observation des comètes. J'ai ramené ces objections à leur simple valeur, et chacun a pu juger que ce n'est pas avec de si minces arguments que les adversaires de l'Observatoire de Paris obtiendront qu'on le démolisse, qu'on le rase et qu'on vende les terrains, comme ils osent le proposer.

» Ces adversaires l'auront eux-mêmes compris ainsi, puisqu'ils sont revenus à la charge (séance du 30 décembre 1867, p. 1099 et 1102) pour dresser contre l'Observatoire une sorte de réquisitoire où sont énoncées diverses imputations. Mais ce réquisitoire est lui-même dénué de toute espèce de valeur, étant réduit à de simples *assertions*, à l'appui desquelles

(1) Voir *Comptes rendus*, p. 1073 et 1106.

on ne fournit aucun examen, aucune sorte de preuve. De semblables procédés ne sont pas admissibles dans les sciences, surtout quand il ne s'agit plus seulement des travaux d'un homme isolé, mais bien de ceux d'un établissement pendant une longue suite d'années, des œuvres des Astronomes et des artistes français.

» Nous opposons à ces assertions, dénuées de preuves, la *dénégation* la plus absolue. Mais nous ne nous en tiendrons pas là, et nous établirons successivement, pièces en mains, devant l'Académie, la supériorité des travaux de l'Observatoire de Paris. On verra que nous ne le cédons en exactitude à personne, et que la France est fière à juste titre de son établissement national.

» Nous répondrons à tout, même aux plaintes de ce jour, où tout est si étrangement confondu et embrouillé. On voudra bien considérer seulement qu'il me faudra un peu de temps et d'espace, l'objection formulée à la légère ne demandant qu'une ligne pour se produire, tandis que la réponse sérieuse exige souvent plusieurs pages.

I. *Opinion d'*Arago.

» Parmi les raisons que nous avons données pour nous opposer à la destruction de l'Observatoire, nous avons invoqué les souvenirs scientifiques qui s'attachent à sa fondation et à son développement depuis deux cents ans. On nous dit dédaigneusement que de pareils arguments sont dénués de valeur, et qu'en tout cas les souvenirs *ne remontent pas au delà de quatre-vingts ans*.

» C'est une erreur, et Arago n'en jugeait pas ainsi quand, il y a vingt-cinq ans, dans un Rapport fait à la Chambre des Députés, il exposait que, dès 1775, les souvenirs brillants attachés à l'Observatoire auraient pu être invoqués par M. d'Angivilliers pour défendre l'établissement.

« Au besoin, dit Arago (1), l'intendant général des bâtiments de la
» Couronne aurait pu combattre toute pensée de démolition, par des considérations empruntées à un autre ordre d'idées, par de brillants souvenirs scientifiques.

» C'était dans l'édifice où l'on projetait de porter le marteau, que Picard,
» par exemple, rejetant les anciennes pinnules, appliqua les lunettes armées
» de réticules aux instruments gradués, et posa ainsi la base sur laquelle
» se fonde l'exactitude des observations modernes ; c'était là encore qu'on

(1) *Annuaire du Bureau des Longitudes*, 1844, p. 369.

» doubla, s'il nous est permis d'employer cette expression, la durée de la » vie des astronomes, en montrant que les étoiles peuvent être observées » en plein soleil; c'était dans le monument menacé de destruction que » Picard et Auzout, mettant en usage le micromètre filaire de leur inven- » tion, évaluèrent pour la première fois avec précision les diamètres angu- » laires des astres, et surmontèrent ainsi des difficultés contre lesquelles le » génie d'Archimède s'était brisé. Les salles dont on proposait la démoli- » tion avaient été témoins des essais, des préparatifs minutieux qu'il fallut » faire avant d'entreprendre avec quelque chance de succès les mesures » célèbres exécutées en France, au Pérou, en Laponie, dans le but de dé- » terminer la grandeur et la figure de la Terre. Richer y suivait la marche » de sa pendule au moment de partir pour Cayenne; il l'y vérifiait après le » retour, et constatait, à l'aide de ces comparaisons, un phénomène capi- » tal, la diminution que la pesanteur des corps terrestres éprouve à mesure » qu'on se rapproche de l'équateur. J.-D. Cassini, abrité par les mêmes » voûtes, établissait les lois si remarquables de la libration de la Lune, » découvrait quatre des satellites de Saturne, les mouvements de *rotation* » de ces nouveaux astres, ceux des satellites de Jupiter, l'aplatissement de » cette immense planète, et la lumière zodiacale; ce fut, enfin, dans ces » vastes salles que s'éleva le premier soupçon sérieux de la science tou- » chant la propagation successive de la lumière; ce fut à l'aide des ob- » servations d'éclipses des satellites de Jupiter, faites à traver les larges » fenêtres de l'Observatoire parisien, qu'un astronome de l'Académie, » Roëmer, donna la première valeur approximative de la vitesse d'un rayon » lumineux, résultat qui, de perfectionnement en perfectionnement, après » un siècle et demi de recherches assidues, a été définitivement fixé à » 310 000 kilomètres (77 000 lieues par seconde).

» Dans tout pays pénétré de l'amour éclairé des sciences, de pareils » souvenirs eussent amplement suffi pour sauver de la destruction l'Obser- » vatoire le plus défectueux. »

» N'avions-nous donc pas le droit de dire qu'en défendant l'un de nos plus anciens et de nos plus grands établissements scientifiques, nous nous sentions soutenus par l'opinion de nos illustres prédécesseurs? Arago veut encore moins que nous de la destruction de l'Observatoire; un tel acte ne saurait être à craindre, suivant lui, *dans un pays pénétré de l'amour éclairé des sciences*. Tandis que nous concédions le dérasement de l'étage supérieur pour faciliter certaines installations, Arago ne veut pas même de cette opération. Il connaissait bien les hommes et les choses : il se sera dit que

l'enlèvement d'une première pierre faciliterait celui d'une seconde pierre, et que le plus sûr était de ne rien accorder du tout.

II. *Positions des étoiles dites* FONDAMENTALES.

» On a dit qu'*on ne pouvait pas les déterminer à l'Observatoire de Paris!*

» CETTE ASSERTION EST COMPLÉTEMENT FAUSSE. Nous avons traité la détermination des étoiles fondamentales avec un soin particulier, et nous sommes arrivé à un Catalogue excellent que nous publions pour chaque année, que nous perfectionnons chaque année, et dont nous allons *prouver* clairement qu'il ne le cède à aucun des Catalogues les plus renommés. La preuve a été faite par nous pour les *ascensions droites* et en Allemagne pour les *distances polaires*.

Examen des ascensions droites.

» Ces coordonnées avaient été déjà déterminées avec une grande exactitude à l'étranger, quand nous avons pris en 1854 la direction de l'Observatoire. Il était raisonnable de tenir compte de ce qui avait déjà été fait, comme d'un point de départ; d'autant plus que les ascensions droites des étoiles changeant avec le temps, il faut connaître leurs valeurs non-seulement à notre époque, mais aussi dans le passé, pour pouvoir déterminer les mouvements.

» Dans le passé, nous avons pris pour base les observations faites en Angleterre par l'illustre Bradley, de 1750 à 1760. Ces observations avaient déjà été réduites par le grand astronome de Kœnigsberg, Bessel. J'en ai repris la discussion; j'ai corrigé un certain nombre d'erreurs particulières et tout institué de façon que le Catalogue ne comporte aucune erreur systématique. Les Allemands ont mis au concours la vérification des changements dont j'avais reconnu la nécessité. La complète exactitude de notre travail a été reconnue.

» A notre époque nous sommes parti du Catalogue résultant des observations faites pendant douze années à Greenwich, et répondant en moyenne à l'année 1845. Avant de nous en servir, nous avons établi qu'il ne contenait aucune erreur systématique; et notre collègue M. Airy a bien voulu nous écrire qu'il avait vu cette vérification avec satisfaction.

» Avec ces Catalogues pour les années 1755 et 1845, comprenant un intervalle de 90 ans, et en faisant usage des formules de précession les plus précises et révisées à cet effet, nous avons établi un Catalogue *provisoire*, mais déjà fort exact. Nous présentons à l'Académie ce Catalogue pour les positions de 306 étoiles fondamentales que nous avons choisies dès 1854

afin d'y rapporter toutes nos opérations. Les positions moyennes de ces 306 étoiles y sont calculées pour les années 1755 à 1905; travail considérable que nous mettons à la disposition de ceux qui auraient besoin de le consulter.

» Il nous restait dès lors à appliquer aux ascensions droites de chacune des étoiles de ce Catalogue provisoire, les corrections résultant de la discussion de nos propres observations, pour former le Catalogue des Étoiles fondamentales résultant des observations de Paris. C'est ce qui a été fait. Dans le volume des Observations de 1866, présenté dernièrement à l'Académie, nous donnons (p. 7 à 15) les ascensions droites moyennes de nos 306 étoiles fondamentales pour le commencement de l'année 1866, selon notre Catalogue provisoire; puis nous donnons (p. 15 à 18) les corrections qu'il faut appliquer à chacune des étoiles, telles qu'elles ont été déduites de neuf années d'observations faites par nous de 1856 à 1864. Dans le prochain volume, pour 1867, les positions de nos étoiles seront déduites, non plus de neuf années, mais de dix années de nos observations.

» Mais ces positions sont-elles aussi exactes qu'il est nécessaire? OUI, sans doute. Nous allons le prouver de deux manières.

» *Première preuve.* — La lunette de Gambey est susceptible d'être retournée, de manière que le tourillon Ouest passe à l'Est et réciproquement. Les causes d'erreur qu'on peut redouter de la part de l'instrument, et notamment les flexions, agissent dans les deux cas d'une manière toute différente; en sorte qu'en plaçant successivement la lunette dans l'une et l'autre position, on a en quelque sorte deux instruments différents. On aperçoit de suite qu'il en résulte une vérification importante, si l'on a eu soin d'observer les étoiles dans l'une et l'autre position de la lunette. Il faut que les ascensions droites déduites des observations faites dans la première position coïncident avec les ascensions droites des étoiles observées dans la seconde position.

» Cette vérification donne un résultat pleinement satisfaisant. Nous allons la présenter pour l'année 1856, par exemple, en groupant les étoiles suivant leurs distances au pôle, afin de mieux mettre en évidence les erreurs systématiques, s'il en existait. Mais il n'y en a pas. Voici les seuls écarts qu'on trouve ainsi entre le Catalogue déduit de l'ensemble des observations et les résultats qu'on tirerait des déterminations faites dans une seule position de la lunette :

Distances polaires des étoiles comparées.			Écarts.	Distances polaires des étoiles comparées.			Écarts.
°		°	s	°		°	s
1,1	à	3,4	±0,00	78,8	à	81,5	±0,01
7,7		27,5	0,00	81,6		85,2	0,00
28,0		35,5	0,02	85,4		87,5	0,01
37,6		46,4	0,01	87,5		92,1	0,01
49,0		56,8	0,01	93,3		99,5	0,00
57,1		61,6	0,01	99,6		105,5	0,01
61,7		67,4	0,00	105,7		107,9	0,02
67,8		73,8	0,00	108,1		114,7	0,01
74,6		77,9	0,01	114,9		124,0	0,01

» Ces écarts, réduits à 1 *ou* 2 *centièmes de seconde* au plus, par les observations d'une seule année, sont sans aucune espèce d'intérêt pour l'astronomie. Nous le montrerons plus tard, quand nous chercherons à résumer ces discussions à un point de vue plus élevé, à établir quels sont les véritables intérêts de la science, les grands problèmes que l'astronomie nous laisse à résoudre et la route à suivre pour tirer le meilleur parti de nos forces.

» *Deuxième preuve.* — La démonstration que nous venons de faire avec notre propre lunette retournée, nous pouvons l'établir par la comparaison avec la lunette de Greenwich.

» Notre Catalogue, avons-nous dit, fondé sur neuf années d'observations, 1856 à 1864, correspond à l'époque 1860,5.

» Greenwich, de son côté, a publié un Catalogue fondé sur sept années d'observations, 1854 à 1860, et correspondant par conséquent à l'époque 1857,5. Ces deux Catalogues, ramenés à la même époque 1860,0 au moyen des mouvements connus, peuvent être comparés l'un à l'autre. Nous donnons dans le tableau ci-dessous le résultat de cet examen pour 108 des étoiles déterminées de part et d'autre par quarante observations ou plus.

» Dans la première colonne, se trouve la désignation de l'étoile; dans la deuxième colonne, se trouvent les ascensions droites de chacune des étoiles, en supprimant les heures et minutes, et ne donnant que les secondes et fractions de seconde jusqu'aux *centièmes* pour abréger; la troisième colonne présente les mêmes données pour le Catalogue de Greenwich.

Comparaison des ascensions droites des étoiles fondamentales déterminées à Paris avec les résultats obtenus à Greenwich.

Noms des étoiles.		Paris, 1860,0. (Æ)	Greenwich, 1860, Janv. 1. (Æ)	Différences relatives.
		s	s	s
21	α Andromède.	9,41	9,44	+ 0,01
88	γ Pégase	1,76	1,79	+ 0,01
12	Baleine	53,64	53,64	— 0,01
18	α Cassiopée	35,06	35,06	— 0,01
16	β Baleine	33,60	33,59	— 0,02
71	ε Poissons	40,76	40,79	+ 0,01
45	θ Baleine	1,54	1,53	— 0,02
99	η Poissons	59,75	59,78	+ 0,01
106	ν Poissons	8,87	8,87	— 0,01
6	β Bélier	54,71	54,72	— 0,01
13	α Bélier	17,26	17,28	0,00
67	Baleine	0,10	0,10	— 0,01
73	ξ^2 Baleine	43,12	43,13	0,00
92	α Baleine	57,83	57,83	— 0,01
57	δ Bélier	37,72	37,74	0,00
33	α Persée	20,75	20,72	— 0,03
18	ε Éridan	20,16	20,17	0,00
25	η Taureau	10,06	10,09	+ 0,01
34	γ^1 Éridan	29,94	29,90	— 0,04
40	o^2 Éridan	49,72	49,70	— 0,03
54	γ Taureau	49,75	49,79	+ 0,02
74	ε Taureau	26,72	26,71	— 0,02
87	α Taureau	53,42	53,43	— 0,01
3	ι Cocher	52,83	52,87	+ 0,02
13	α Cocher	21,10	21,12	0,00
19	β Orion	48,68	48,63	— 0,06
112	β Taureau	26,63	26,67	+ 0,02
34	δ Orion	51,31	51,30	— 0,02
58	α Orion	35,58	35,59	0,00
13	μ Gémeaux	29,40	29,43	+ 0,01
25	δ Grand Chien.	41,98	41,95	— 0,04
55	δ Gémeaux	45,50	45,56	+ 0,04
66	α^2 Gémeaux	39,72	39,73	— 0,01
10	α Petit Chien.	58,33	58,34	0,00
78	β Gémeaux	44,65	44,68	+ 0,01
6	Écrevisse	54,80	54,86	+ 0,04
33	η Écrevisse	36,45	36,48	+ 0,01
11	ε Hydre	21,56	21,57	0,00
83	Écrevisse	9,79	9,77	— 0,03
30	α Hydre	42,46	42,44	— 0,03
17	ε Lion	53,88	53,92	+ 0,02
29	π Lion	48,74	48,75	0,00
32	α Lion	54,76	54,78	0,00
47	ρ Lion	26,20	26,22	0,00
53	l Lion	53,74	53,74	— 0,01
50	α Gr. Ourse	3,40	3,40	— 0,01
63	χ Lion	47,59	47,60	0,00
68	δ Lion	39,45	39,50	+ 0,03
91	υ Lion	46,81	46,84	+ 0,01
94	β Lion	54,95	54,98	+ 0,01
8	π Vierge	41,86	41,89	+ 0,01
15	η Vierge	44,64	44,64	— 0,01
43	δ Vierge	33,14	33,16	0,00
67	α Vierge	49,29	49,27	— 0,03

Noms des étoiles.		Paris, 1860,0. (Æ)	Greenwich, 1860, Janv. 1. (Æ)	Différences relatives.
		s	s	s
79	ζ Vierge	33,68	33,70	0,00
85	η Gr. Ourse	1,23	1,27	+ 0,01
8	η Bouvier	1,09	1,13	+ 0,02
93	τ Vierge	31,40	31,42	0,00
16	α Bouvier	16,57	16,62	+ 0,03
25	ρ Bouvier	47,70	47,78	+ 0,05
36	ε^2 Bouvier	52,34	52,39	+ 0,03
9	α Balance	8,33	8,31	— 0,03
	β Petite Ourse.	9,10	9,16	0,00
27	β Balance	28,62	28,62	— 0,01
5	α Couronne	45,64	45,69	+ 0,03
24	α Serpent	22,43	22,44	0,00
8	β^1 Scorpion	18,08	18,08	— 0,01
1	δ Ophiuchus	0,68	0,68	— 0,01
21	α Scorpion	49,73	49,70	— 0,04
40	ζ Hercule	0,52	0,56	+ 0,02
27	κ Ophiuchus	2,56	2,56	— 0,01
22	ε Petite Ourse.	26,91	26,78	— 0,03
35	η Ophiuchus	21,08	21,08	— 0,01
42	θ Ophiuchus	24,83	24,86	+ 0,01
55	α Ophiuchus	26,19	26,22	+ 0,01
60	β Ophiuchus	33,42	33,42	— 0,01
86	μ Hercule	58,82	58,86	+ 0,02
33	γ Dragon	21,36	21,34	— 0,03
13	μ Sagittaire	23,45	23,44	— 0,02
3	α Lyre	11,84	11,92	+ 0,05
10	β^1 Lyre	54,63	54,71	+ 0,05
17	ζ Aigle	58,49	58,52	+ 0,01
25	ω Aigle	14,66	14,69	+ 0,01
30	δ Aigle	26,31	26,31	— 0,01
50	γ Aigle	36,18	36,22	+ 0,02
53	α Aigle	57,09	57,12	+ 0,01
60	β Aigle	26,12	26,14	0,00
62	c Sagittaire	2,66	2,64	— 0,03
65	θ Aigle	4,78	4,78	— 0,01
9	α Dauphin	8,07	8,12	+ 0,03
50	α Cygne	39,50	39,60	+ 0,06
32	Petit Renard.	35,58	35,66	+ 0,05
61^1	Cygne	37,42	37,43	— 0,01
64	ζ Cygne	58,70	58,75	+ 0,03
5	α Céphée	14,14	14,13	— 0,02
22	β Verseau	11,17	11,15	— 0,03
8	ε Pégase	18,56	18,60	+ 0,02
16	Pégase	41,54	41,63	+ 0,07
34	α Verseau	35,50	35,50	— 0,01
43	θ Verseau	26,59	26,59	— 0,01
62	η Verseau	9,65	9,65	— 0,01
42	ζ Pégase	28,77	28,81	+ 0,02
24	α Poisson aust.	54,39	54,38	— 0,02
54	α Pégase	47,31	47,33	0,00
6	γ Poissons	54,45	54,47	0,00
8	κ Poissons	45,31	45,31	— 0,01
17	ι Poissons	44,97	44,99	0,00
28	ω Poissons	7,36	7,39	+ 0,01

» En tenant compte de la différence d'origine du temps, et ramenant tous les écarts à l'équateur, comme on le doit, on trouve d'abord, pour la différence entre les deux Catalogues, relativement au point vernal qui sert d'origine, la très-minime quantité $0^s,012$.

» On trouve ensuite, entre les ascensions droites des étoiles individuelles, les écarts qui sont inscrits dans la quatrième colonne du tableau. L'accord entre les deux Catalogues est des plus satisfaisants. La différence n'est pas, en moyenne, d'*un centième* de seconde, mais seulement de *sept millièmes*, $0^s,007$.

» Je veux espérer qu'en présence de tels résultats on renoncera à des critiques iuspirées par des vues préconçues, sans qu'on ait fait, il faut le dire, aucun examen sérieux de la question que nous venons de traiter, non plus que de celle qui va suivre.

Examen des distances polaires.

» L'étude des distances polaires de nos fondamentales a été faite avec le même soin que celle des ascensions droites. Nous allons d'abord montrer quelles précautions nous avons prises pendant le cours du travail pour nous assurer que les observations étaient exemptes d'erreur; nous produirons ensuite une étude du Catalogue résultant de ces observations, étude faite en Allemagne par M. Auwers, insérée dans la *Connaissance des Temps* pour 1868, et de laquelle il résulte que la précision de la détermination d'une étoile par l'Observatoire de Paris est AU PREMIER RANG.

» Il ne restera donc rien de cette allégation imprudemment portée devant l'Académie, qu'*on ne pourrait pas déterminer les étoiles fondamentales à l'Observatoire de Paris.*

» Nous avons pris naturellement, en 1854, la science là où elle en était. Les distances polaires des étoiles avaient déjà été déterminées avec assez de soin pour qu'il fût permis d'emprunter provisoirement celles de nos 306 fondamentales aux Catalogues les plus renommés. C'est ce qui a été fait. Au reste, disions-nous, la correction de ces positions résultera de nos observations elles-mêmes et de leur discussion, et, cela fait, le Catalogue deviendra *nôtre*. Étudions les résultats obtenus.

» Nous avons d'abord examiné si les *distances polaires* déterminées par nous ne contiendraient pas quelque erreur systématique résultant de l'heure du passage des diverses étoiles au méridien. Nous avons reconnu qu'il n'y en avait aucune et qu'on peut être tranquille de ce côté (1).

---

(1) On en sera convaincu en jetant les yeux sur le tableau ci-dessous, où nous rappor-

» (Nous sommes contraint de nous arrêter ici, ayant épuisé les huit pages que le Règlement nous accorde dans un seul numéro du *Compte rendu*, et ayant omis de demander une autorisation pour le surplus. Nous renvoyons donc la suite au prochain numéro, après avoir constaté que nous avons dans la séance répondu à tout.) »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Observations relatives à une interprétation inexacte de la Lettre insérée dans le* Compte rendu *du* 9 *décembre* 1867; *par le* **P. SECCHI.**

« Rome, ce 29 décembre 1867.

» Je vois, dans le *Compte rendu* du 16 décembre 1867, que M. Chasles a été très-vivement ému d'une phrase insérée dans ma communication, dans laquelle il voit une pensée que je n'ai jamais eue, savoir que les pièces de ses correspondances auraient été fabriquées au fur et à mesure qu'il était nécessaire pour soutenir une proposition avancée. Je n'ai pas dit qu'elles fussent *fabriquées;* j'ai dit *elles ont paru :* il y a une grande différence entre ces deux expressions. L'idée d'une fabrication ainsi effectuée ne pouvait pas même se présenter à mon esprit. En effet, personne peut-être plus que moi n'a eu le loisir d'examiner ces papiers, grâce à la bienveillance même de M. Chasles, et si de cet examen il n'est pas résulté pour moi la conviction de leur authenticité, il en est au moins résulté celle que la fabrication est

---

tons les corrections trouvées en les groupant suivant les heures (*Observations de* 1856) :

						Corrections moyennes.
			h m		h m	″
α Andromède...	à	β Bélier.......	0. 0	à	1.47	0,0
α Bélier.......	à	Rigel.........	1.59	à	5. 8	— 0,1
β Taureau.....	à	Castor.........	5.17	à	7.25	0,0
Pallas.........	à	37 Sextant.....	7.36	à	10.39	+ 0,2
α Grande Ourse.	à	ο Vierge......	10.55	à	11.58	— 0,1
η Vierge.......	à	τ Vierge......	12.13	à	13.54	+ 0,2
α Dragon......	à	β Bouvier.....	14. 0	à	14.57	— 0,1
β Balance......	à	δ Ophiuchus...	15. 9	à	16. 7	+ 0,1
Antarès........	à	γ Dragon......	16.21	à	17.53	+ 0,1
μ Sagittaire....	à	β Aigle........	18. 5	à	19.48	0,0
θ Aigle........	à	γ Capricorne...	20. 4	à	21.32	— 0,1
ε Pégase.......	à	10 Poissons....	21.37	à	23.52	0,0

Toutes ces corrections sont absolument insensibles. Il n'y a aucune trace d'erreur systématique dépendante de l'ascension droite, soit dans le Catalogue qui a servi de point de départ, soit dans notre instrument et le Catalogue déduit de nos propres observations.

ancienne et date d'un temps bien plus long que celui qui s'écoule entre quelques séances de l'Académie.

» Par cette phrase, j'ai voulu seulement signaler un fait incontestable; mais comme justement ce fait peut prêter à de mauvaises interprétations, il aurait été mieux de publier tout à la fois le dossier des documents. Du reste, il est évident pour moi que si ces propositions ont été avancées, c'est précisément parce qu'on avait des pièces pour les soutenir, et non *vice versâ*. Il n'est d'ailleurs pas étonnant que ces objections se trouvassent déjà prévenues de quelque manière dans les pièces elles-mêmes, car les falsifications de cette espèce sont toujours l'œuvre de plusieurs individus de talent, qui voient bien le côté faible de leurs inventions et les objections qu'elles peuvent soulever, et il est très-naturel qu'ils introduisent dans les autres pièces les réponses qu'ils croient nécessaires.

» Je dois ces déclarations à l'estime et au respect que j'ai pour M. Chasles, et à son caractère loyal, qui a mis ces écrits à la disposition de tout le monde, ce qu'il n'aurait pas fait sans doute s'il y eût eu de sa part la moindre complicité.

» Je repousse donc l'interprétation qui a été donnée à ma phrase, mais je déplore le mauvais tour qu'on a joué à M. Chasles, et qui, outre la perte d'argent, lui a valu tant de troubles.

» Quant au reste de ma Lettre, si M. Chasles veut bien la relire, il trouvera que je n'ai pas compulsé des biographies communes, mais cité des ouvrages : ces ouvrages sont imprimés, il est vrai, mais ils ne sont pas aussi communs, surtout à l'étranger, qu'il paraît le croire. Il est vrai que pour faire ces citations il n'est pas nécessaire d'être astronome, mais M. Chasles se rappellera que, étant à Paris après la lecture des Lettres de Galilée, je lui fis séance tenante les objections sur la mesure des distances des satellites de Jupiter et sur le satellite de Saturne, qui ont été développées par M. Grant.

» Du reste, je n'ai pas manqué de lui adresser, par une Lettre particulière, l'exposé de ma conviction, bien avant d'en avoir écrit à l'Académie, ce qui me dégage de tout soupçon d'impolitesse à l'égard d'un confrère éminent, dont la bonté pour moi pendant mon séjour à Paris ne s'effacera jamais de mon souvenir.

» Je vous prie, Monsieur le Secrétaire, de vouloir bien communiquer cette Lettre à l'Académie et l'insérer dans les *Comptes rendus;* j'attache une grande importance à ne pas laisser planer la plus petite ombre de soupçon sur M. Chasles. »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Observations relatives à la Lettre du* P. Secchi *et à la communication de* M. Volpicelli (1); *par* **M. Chasles.**

I.

« Je remercie le P. Secchi du sentiment qui le porte à déclarer à l'Académie que le sens que j'ai donné au passage de sa Lettre du 30 novembre (2), qui m'a ému, comme il le dit, était loin de sa pensée.

» Je dois cependant faire une observation sur l'explication qu'il donne à ce sujet, car on pourrait croire que j'ai altéré ses propres paroles par la substitution d'une expression à une autre. Il dit en effet : « Je n'ai pas » dit que les correspondances produites aient été *fabriquées*, j'ai dit *elles* » *ont paru*. Il y a une grande différence entre ces deux expressions. »

» Assurément, tout lecteur qui ne se reportera pas à mon propre texte conclura de là qu'en citant le passage de la Lettre du P. Secchi, j'y ai introduit le mot *fabriquées* au lieu de *elles ont paru*. Or, cela n'est pas : j'ai cité, en italiques, les paroles mêmes du P. Secchi (3). Et quant à la conclusion qui me paraissait devoir s'ensuivre, et où se trouve le mot *fabriquées*, je l'ai exprimée avec une grande modération, car j'ai dit simplement : « *Ce que semble faire entendre* le P. Secchi, c'est que les pièces que » je produis pour répondre aux objections sont fabriquées au fur et à » mesure qu'il y a nécessité. »

» C'est bien là en effet, sans aucun doute, ce que fait entendre le passage dont il s'agit. Je n'accuse pas l'intention du P. Secchi, je le prie d'en agréer l'assurance; mais sa rédaction a été trop précipitée, et peut-être empreinte d'un peu de mécontentement, à raison du silence que j'ai gardé sur une Lettre dans laquelle il voulait bien me communiquer quelques observations, comme je le dirai plus loin.

» Le P. Secchi dit « qu'il eût été mieux d'éviter de mauvaises interpré» tations, en publiant tout à la fois le dossier des documents. »

» C'est cette publication que j'ai promise, et qu'on a retardée par des objections irréfléchies et des imputations de falsification et d'imposture auxquelles j'ai dû répondre. Il eût été mieux que l'on attendît cette publication, pour porter un jugement éclairé et moins passionné, tel que le demande l'intérêt de la vérité.

» Le P. Secchi explique que « les falsifications de cette espèce sont *tou*» *jours* l'œuvre de plusieurs individus de talent. »

(1) *Voir* cette communication à la Correspondance, ci-après p. 36.

(2) *Comptes rendus*, t. LXV, p. 1018; séance du 16 décembre 1867.

(3) *Comptes rendus*, p. 1025.

» Je ne puis croire que par ce mot *toujours*, le P. Secchi veuille dire qu'il connaît et pourrait citer des exemples d'une telle association : car il ferait bien de les produire. Cette idée, du reste, a déjà été émise par M. Faugère, et M. H. Martin a dû s'y rallier, comme on l'a vu (séance du 9 décembre, p. 992).

» Je crois qu'une telle solution dénote l'embarras de ceux qui y ont recours, et touche de bien près à l'impossible.

» Le P. Secchi dit que je me rappellerai que, lors de ma communication des Lettres de Galilée à l'Académie (le 7 octobre), il m'a fait, séance tenante, des observations sur la mesure des distances des satellites de Jupiter et sur le satellite de Saturne. C'est vrai, et je lui ai répondu : « Dites » cela à l'Académie. » Cette réponse, le P. Secchi la consigne dans une Lettre du 29 décembre, par laquelle il veut bien m'informer de celle qu'il adresse aujourd'hui à l'Académie : « Vous me poussiez, dit-il, pour pren- » dre la parole en public, mais je ne voulus pas. »

» Si le P. Secchi avait pris la parole, j'aurais invoqué aussitôt la suite des Lettres de Galilée, dont je n'ai eu à parler que plus tard pour répondre à la même objection produite par M. Grant (séance du 18 novembre).

» L'Académie se rappellera que j'ai invité semblablement un de nos confrères à communiquer publiquement, à l'Académie même, les observations dont il annonçait l'intention de m'entretenir en particulier. Je voulais ainsi ne point associer à la polémique portée devant l'Académie des discussions privées, semi-confidentielles, afin que tout ce qui se dirait de part et d'autre fût toujours parfaitement clair et à l'abri d'interprétations erronées ou douteuses. C'est pour cela, qu'on me permette de le dire ici, comme excuse de ma part, que j'ai différé de répondre à quelques Lettres bienveillantes, dont une était même du P. Secchi, et d'une date déjà assez éloignée, le 13 octobre.

II.

» Je passe à la Lettre de M. Volpicelli. Je suis heureux de dire que cette communication diffère de toutes celles qui ont été adressées à l'Académie jusqu'ici, en ce qu'elle renferme enfin des faits précis ayant tous une portée réelle, au lieu de dénégations et d'assertions dépourvues de fondement.

» L'objection principale, sur laquelle se sont accordés MM. Grant, Govi, H. Martin et le P. Secchi, est la cécité de Galilée, qui aurait été complète dès la fin de l'année 1637 (1), et ne lui aurait plus permis d'écrire.

---

(1) *Comptes rendus*, p. 788, 956, 990 et 1019.

» Sur ce point capital, M. Volpicelli fait connaître deux Lettres authentiques, insérées dans le tome VII de la dernière édition des *OEuvres de Galilée* (Florence, 1848), qui prouvent que cette prétendue cécité complète est une erreur.

» Dans l'une de ces Lettres, datée du 1[er] janvier 1638, Galilée dit qu'il est bref, parce que l'état de ses yeux ne lui permet pas d'écrire longuement.

» Dans l'autre, du 25 juillet de la même année 1638, il dit qu'il a perdu l'œil gauche, et qu'il n'a pas l'espérance de ne pas perdre l'œil droit.

» Il est donc certain que Galilée n'avait perdu qu'un œil en juillet 1638, supposé même qu'il l'eût perdu complétement.

» Ai-je eu tort de prétendre qu'on devait conclure du Rapport même de l'inquisiteur de Florence, en date du 13 février 1638, que la cécité de Galilée n'était pas complète, ainsi qu'on me l'opposait si unanimement.

» Quant aux travaux de Galilée dans les dernières années de son existence, M. Volpicelli fait connaître deux passages du même tome VII, qui présentent aussi de l'intérêt. Car l'un prouve qu'en 1640 Galilée s'occupait de Saturne, et l'autre, qu'en 1641 il réfutait des doutes élevés contre le système de Copernic.

» Ces deux citations ont du rapport, comme on le voit, avec le sujet des Lettres de Galilée à Pascal.

» Puisque l'occasion s'en présente, je ferai aussi une citation, plus explicite encore, et fort importante, parce qu'elle se rapporte à la Lunette avec laquelle Galilée a cru apercevoir un satellite de Saturne (1), découverte contre laquelle protestent MM. Grant, Harting et le P. Secchi.

» Je veux parler d'un passage d'une Lettre de Descartes au P. Mersenne, en date du 23 février 1643, Lettre imprimée dans toutes les éditions des Lettres de Descartes, depuis 1666, et qui aurait mérité de fixer l'attention des biographes modernes de Galilée.

» Descartes dit d'abord :

J'ay eu ici les Epistres de M. Gassendi, mais je n'en ay quasi lû que l'Index qu'il a mis au commencement, duquel j'ay apris qu'il ne traitoit d'aucune matière que j'eusse besoin de lire.

» Puis il ajoute :

Il me semble que vous m'avez autrefois mandé qu'il a la bonne Lunette de Galilée : je vou-

(1) *Comptes rendus*, t. LXV, p. 835, Lettre de Boulliau à Huygens; séance du 18 novembre.

drois bien scavoir si elle est si excellente, que Galilée a voulu faire croire, et comment paroissent maintenant les Satellites de Saturne par son moyen (1).

» Voilà donc une mention authentique de la bonne Lunette de Galilée, qu'il trouvait si excellente.

» N'est-il pas évident qu'il ne s'agit pas ici de la Lunette que Galilée avait perfectionnée dès 1610, et avec laquelle il avait découvert alors les quatre satellites de Jupiter et le système multiforme de Saturne; mais qu'il s'agit de la Lunette qu'il envoya, sur la fin de ses jours, à Pascal, ne pouvant plus espérer de s'en servir, et voulant qu'entre les mains des savants français elle fût utile à la science.

» Si les Lettres de Galilée sont, comme le dit encore aujourd'hui le P. Secchi, un roman, il faut convenir maintenant que le roman date de loin, et que Gassendi et le P. Mersenne, sinon Descartes aussi, doivent être mis au nombre des premiers complices de cette vaste association de fabricateurs de mes nombreux documents.

» M. Volpicelli, en terminant sa communication, et sans vouloir toucher à la question des relations qui ont pu avoir lieu entre Pascal et Newton, fait connaître un passage d'une biographie allemande qui se rapporte essentiellement à la découverte des lois de l'attraction. L'auteur dit que les idées émises par Pascal dans une Lettre à Fermat, contiennent les germes des découvertes de Newton.

» Ces idées de Pascal, et primitivement de Copernic, ont été le point de départ de ma première communication à l'Académie, il y a six mois (2). J'ignorais alors qu'il en eût été fait mention dans un ouvrage allemand, où se trouve en outre un rapprochement, important dans la circonstance, entre ces idées et les travaux de Newton. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission chargée de préparer une liste de candidats pour la place de Secrétaire perpétuel devenue vacante par suite du décès de *M. Flourens*.

Cette Commission doit se composer de six Membres pris dans les Sections

---

(1) *Lettres de M. Descartes*. Paris, 1666; 3 vol. in-4°, t. II, p. 506. — Édition de M. Cousin, t. IX, p. 112. — Ce passage a été cité par Baillet dans la *Vie de Descartes*, t. II, p. 202. Il se trouve même indiqué dans la table, au nom de *Galilée*.

(2) *Comptes rendus*, t. LXV, p. 89; séance du 15 juillet.

de Sciences physiques et du Président de l'Académie, qui, à quelque Section qu'il appartienne, en fait partie de droit.

Sur 48 votants :

M. Serres obtient	27 suffrages.
M. Boussingault	26 »
M. Delafosse	26 »
M. Balard	24 »
M. Brongniart	23 »
M. Chevreul	23 »
M. Decaisne	23 »
M. Milne Edwards	23 »
M. Cloquet	22 »
M. d'Archiac	19 »
M. Longet	17 »

Un certain nombre d'autres Membres obtiennent un nombre de voix moindre.

Parmi les quatre Membres qui ont obtenu 23 voix, les deux plus anciens, MM. Brongniart et Chevreul, devront seuls faire partie de la Commission, qui se compose ainsi définitivement de **MM. Serres, Boussingault, Delafosse, Balard, Brongniart, Chevreul** et **Delaunay**, Président en exercice.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. E. Duchemin adresse un Mémoire relatif à ses « bouées électriques ». L'auteur donne ce nom à des piles flottantes, formées d'une plaque de zinc et d'un cylindre de charbon fixés à une traverse de bois, et destinées à fonctionner avec l'eau de mer. Ces piles, actuellement en expérience à Cherbourg, peuvent recevoir, suivant l'auteur, un très-grand nombre d'applications, parmi lesquelles il cite : la préservation du blindage ou le nettoyage des coques des navires; l'inflammation des mines sous-marines et des torpilles; l'installation de signaux électriques à bord des navires; l'établissement d'appareils indicateurs des niveaux de la mer dans les ports; l'organisation de la correspondance télégraphique à bon marché sur les côtes, etc.

(Commissaires : MM. Becquerel, Pouillet, Regnault, de Tessan.)

M. Tellier soumet au jugement de l'Académie une nouvelle machine à

produire de la glace, machine fondée sur la compression mécanique de l'éther méthylique.

(Commissaires : MM. Pouillet, Regnault, Payen.)

M. C. Saix adresse une Lettre concernant plusieurs problèmes qu'il pense avoir résolus, et en particulier ceux de la fabrication du diamant et de la navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

Un auteur dont le nom est contenu dans un pli cacheté adresse, pour l'un des concours à la suite desquels l'Académie décerne des prix chaque année, un Mémoire ayant pour titre : « Recherches chimiques sur les corps » improprement appelés jusqu'ici du nom de corps gras du cerveau et de la » moelle épinière ».

(Renvoi à la Section de Chimie, qui forme la Commission chargée de décerner le prix Jecker.)

CORRESPONDANCE.

M. Poiseuille prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place vacante dans la Section de Médecine et de Chirurgie par suite du décès de *M. Velpeau*.

La Lettre sera transmise à la Section de Médecine et de Chirurgie.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Sur Galilée.* Lettre de **M. P. Volpicelli** à M. Chevreul.

« Rome, 28 décembre 1867.

» M. G. Govi écrit ce qui suit : « Galilée, complétement aveugle à la fin » de 1637, n'a plus rien écrit de sa main, si ce n'est quelques signa- » tures (1). » Cette assertion est contredite par une Lettre de Galilée au P. Castelli, à la date du 25 juillet 1638, où il est dit : *Tornerò all' astinenza del vino; ma non perciò vengo punto in speranza di non aver a perdere totalmente anche l'altro occhio, cioè il destro* (2). En français : J'en reviendrai à l'abstinence de vin, ce qui ne me donne point l'espérance de ne pas perdre encore

(1) *Comptes rendus*, t. LXV, p. 956, l. 8.

(2) *Opere complete di Galileo Galilei*, Firenze, 1848, t. VII, p. 212, l. 6.

l'autre œil, c'est-à-dire le droit. Donc Galilée n'était pas *complétement* aveugle à la fin de 1637. Et il écrivait le 1er janvier 1638 : *Breviter admodum ac jejune scribo, plura enim scribere non patitur molesta oculorum valetudo* (1). Donc Galilée, après 1637, écrivait encore de sa propre main.

» D'autre part, je reconnais avec plaisir que M. Govi, dans une seconde communication (2), cesse d'attacher de l'importance à plusieurs des assertions contenues dans la précédente.

» Le P. Secchi dit que Galilée « perdit complétement son second œil » avant le 2 janvier 1638 (3); » mais nous venons de voir qu'à la date du 25 juillet de cette même année, cet œil n'était point du tout perdu. De plus, il affirme que les théories qui ont occupé Galilée pendant les dernières années de sa vie « n'ont rapport qu'à la mécanique, et non pas aux » attractions célestes (4). » Or nous trouvons qu'en 1640 Galilée s'occupait de Saturne, et qu'en 1641 il réfuta des doutes élevés contre le système de Copernic (5).

» Sans vouloir toucher aucunement au fond de la question soulevée à propos de la priorité de Pascal ou de Newton, qu'il me soit permis de faire observer que dans l'ouvrage intitulé *Allgemeine deutsche Real-Encyklopadie für die gebildeten Stande*, 9e édition, Leipzig, 1846, de Brokhaus, vol. X, p. 735, on rencontre le passage suivant : « Pascal, à l'âge de quinze ans, » dans une Lettre à Fermat, a exposé au sujet de la gravité des corps ses » idées, qui contiennent les germes de ces découvertes, qui ont fait de » Newton le plus grand homme de son temps. »

PHYSIQUE. — *Sur la lumière de la machine magnéto-électrique.* Note de **MM. J. Jamin** et **Gust. Roger**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Le Ministre de l'Instruction publique ayant fait construire à la Sorbonne un laboratoire pour les recherches physiques, une machine magnéto-électrique de la compagnie *l'Alliance* y a été installée, et nous avons commencé des recherches sur la lumière qu'elle produit. Cette machine est assez connue pour qu'il ne soit pas utile de la décrire. On sait que pendant un tour elle développe 16 courants électriques, alternativement

---

(1) *Loco cit.*, t. VII, p. 206, l. 5, en montant.
(2) *Comptes rendus*, t. LXV, p. 1041 et 1042.
(3) *Ibidem*, p. 1019, l. 17.
(4) *Ibidem*, l. 23.
(5) *Opere citate di Galileo*, t. VII, p. 334 et p. 361.

de sens contraire, et séparés nécessairement par des repos. La lumière qu'elle produit doit dès lors être discontinue, s'allumer et s'éteindre 16 fois pendant chaque tour. C'est cette intermittence que nous avons voulu mettre en évidence.

» A cet effet, nous avons fixé à l'extrémité de l'axe tournant et faisant avec lui un angle voisin de 90 degrés, un miroir argenté sur lequel arrive le faisceau de la lumière lancée par une lampe électrique du système de M. Foucault, laquelle est alimentée par la machine elle-même. Les rayons concentrés par un système de lentilles, réfléchis par le miroir, sont renvoyés sur un écran où ils peignent l'image réelle des charbons. Cette image décrit dans le même temps que la machine un cercle éclairé, dont la lumière paraît persistante à cause de la rapidité du mouvement (500 tours par minute).

» Si le miroir était fixe, l'image montrerait les deux charbons l'un audessus de l'autre, séparés par l'arc; comme il est mobile, on voit, décrits par les deux pointes de charbon, deux cercles excentriques séparés à la partie supérieure et inférieure, et se coupant sur un diamètre horizontal; entre eux se trouve, visible seulement en haut et en bas, l'image violette de l'arc.

» On s'attendait à voir 16 arcs, éclairés au moment où les courants passent, séparés par 16 parties obscures au moment où ils changent de signe; il n'en fut rien. L'image était continue; seulement on vit une légère augmentation d'éclat et la lumière violette de l'arc aux 16 premières positions, tandis qu'aux 16 dernières les charbons étaient un peu moins éclairés et l'arc absent. L'image du charbon supérieur était toujours plus vive que l'autre; les accroissements d'intensité lumineuse se montraient alternativement en haut et en bas, comme cela devait être, puisque les courants changent de signe.

» Tout cela était prévu; ce qui nous paraît toutefois mériter l'attention, c'est que la lumière de l'arc est très-faible par rapport à celle qui est émise par les charbons, ce qui tient à sa discontinuité, et qu'en définitive c'est surtout la haute température à laquelle les charbons sont portés qui détermine leur éclat. A proprement parler, on recueille, non la lumière électrique discontinue, mais la lumière à peu près constante des deux conducteurs échauffés au rouge blanc.

» D'où il résulte que cette lumière est beaucoup moins bleue, moins riche en rayons chimiques que celle qui jaillit de la même lampe lorsqu'elle est alimentée par le courant continu d'une pile. C'est, en effet, ce

qu'on a remarqué déjà, et c'est ce qui rend la machine magnéto-électrique plus convenable que la pile pour les applications à l'éclairage des côtes. »

MÉCANIQUE MOLECULAIRE. — *Sur la théorie moléculaire des corps; par* **M. C.-M. Guldberg.**

II.

« Pour faciliter le calcul, je transformerai les équations fondamentales. Ces équations s'écrivent

$$pv = \mathrm{RT} + \mathrm{X} \quad \text{ou} \quad \mathrm{X}v^{\varepsilon-1} = \mathrm{F}\left(\frac{\mathrm{X}}{p^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}}}\right),$$

$$d\mathrm{Q} = \left(c + \theta - \frac{\mathrm{AR}}{\varepsilon - 1}\right) d\mathrm{T} + \frac{\mathrm{A}}{\varepsilon - 1} d(pv) + \mathrm{A}p\,dv.$$

On verra facilement qu'on peut écrire

$$\mathrm{X}v^{\varepsilon-1} = \mathrm{F}\left(p^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} v^{\varepsilon-1}\right) = \mathrm{F}\left[(pv^{\varepsilon})^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}}\right] = \varphi(pv^{\varepsilon}),$$

où φ désigne une nouvelle fonction arbitraire. En introduisant la valeur de X, on aura

(1) $$pv = \mathrm{RT} + \frac{\varphi(pv^{\varepsilon})}{v^{\varepsilon-1}}.$$

» Posons

(2) $$c' = c + \theta - \frac{\mathrm{AR}}{\varepsilon - 1},$$

on aura

(3) $$\begin{cases} d\mathrm{Q} = c'\,d\mathrm{T} + \dfrac{\mathrm{A}}{\varepsilon - 1} d(pv) + \mathrm{A}p\,dv, \\ d\mathrm{Q} = c'\,d\mathrm{T} + \dfrac{\mathrm{A}\varepsilon}{\varepsilon - 1} p\,dv + \dfrac{\mathrm{A}}{\varepsilon - 1} v\,dp, \\ d\mathrm{Q} = c'\,d\mathrm{T} + \dfrac{\mathrm{A}}{\varepsilon - 1} \dfrac{d(pv^{\varepsilon})}{v^{\varepsilon-1}}. \end{cases}$$

» PROBLÈME I. — Le gaz se détend *sous pression constante* : $p = p_0 =$ const.

» La quantité de chaleur qu'il faut dépenser est

$$\mathrm{Q} = \int_{\mathrm{T}_0}^{\mathrm{T}} c'\,d\mathrm{T} + \frac{\mathrm{A}\varepsilon}{\varepsilon - 1} p_0 (v - v_0).$$

Le travail externe, que j'appelle L, devient

$$\mathrm{L} = p_0 (v - v_0)^{\mathrm{T}_0};$$

la capacité calorifique à pression constante,

$$(4)\qquad c_p = c' + \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1}\,\frac{AR}{1 - \varepsilon\varphi'(pv^\varepsilon) + (\varepsilon - 1)\dfrac{\varphi(pv^\varepsilon)}{pv^\varepsilon}}.$$

» PROBLÈME II. — Le gaz s'échauffe *à volume constant* : $v = v_0 = \text{const.}$

» La chaleur absorbée devient

$$Q = \int_{T_0}^{T} c'\,dT + \frac{A}{\varepsilon - 1}\,v_0(p - p_0),$$

et la capacité à volume constant,

$$(5)\qquad c_V = c' + \frac{1}{\varepsilon - 1}\,\frac{AR}{1 - \varphi'(pv^\varepsilon)}.$$

» PROBLÈME III. — Le gaz se détend *à température constante* : $T = T_0 = \text{const.}$

» On aura

$$\frac{pv^\varepsilon - \varphi(pv^\varepsilon)}{v^{\varepsilon - 1}} = RT_0 = \text{const.},\quad dQ = \frac{AR}{\varepsilon - 1}\,T_0\,\frac{d(pv^\varepsilon)}{pv^\varepsilon - \varphi(pv^\varepsilon)};$$

le travail externe,

$$L = \frac{Q}{A} - \frac{1}{\varepsilon - 1}(pv - p_0 v_0).$$

» PROBLÈME IV. — Le gaz se détend *sans recevoir ni perdre de chaleur du dehors* : $dQ = 0$.

» On trouvera

$$\frac{c'}{AR}\,\frac{dT}{T} = -\frac{1}{\varepsilon - 1}\,\frac{d(pv^{\varepsilon - 1})}{pv^\varepsilon - \varphi(pv^\varepsilon)}.$$

En intégrant cette équation, on déterminera p et v à l'aide de l'équation (1). Le travail externe devient

$$L = \int_{v_0}^{v} p\,dv = \frac{1}{A}\int_{T_0}^{T} c'\,dT + \frac{1}{\varepsilon - 1}(p_0 v_0 - pv).$$

Dans le cas spécial où $c' = 0$, on aura

$$pv^\varepsilon = \text{const.},\quad Tv^{\varepsilon - 1} = \text{const.}$$

» PROBLÈME V. — Le travail externe consomme toute la chaleur reçue du dehors ; $L = \frac{1}{A}Q$, $dQ = A\,p\,dv$ et par conséquent $c'\,dT + \frac{A}{\varepsilon - 1}\,d(pv) = 0$,

$$\int c'\,dT + \frac{A}{\varepsilon - 1}\,pv = \text{const.}$$

» Cette équation, combinée avec l'équation (1), détermine p comme

fonction de v. Cas spécial $c' = 0$, $pv = \text{const.}$; c'est la loi de M. Hirn, qui semble avoir lieu pour la vapeur d'eau.

» J'ai supposé que pour tous les corps gazeux $R_m = \text{const.} = R_0$. Désignons le volume moléculaire mv par V et multiplions l'équation (1) par m, on aura, en posant $\frac{\varphi(pv^\varepsilon)}{v^{\varepsilon-1}} = \frac{\psi(pV^\varepsilon)}{V^{\varepsilon-1}}$,

$$(6) \qquad \frac{\varphi(pv^\varepsilon)}{v^{\varepsilon-1}} = \frac{\psi(pV^\varepsilon)}{V^{\varepsilon-1}}, \quad pV = R_0 T + m\frac{\psi(pV^\varepsilon)}{V^{\varepsilon-1}}.$$

» Maintenant je suppose qu'il existe une certaine classe de corps pour lesquels on a

$$m\frac{\psi(pV^\varepsilon)}{V^{\varepsilon-1}} = mF(p, V) + F_1(p, V),$$

où F et F_1 sont des fonctions communes à tous ces corps. Regardons deux de ces corps dans un moment où ils ont des pressions égales et des volumes moléculaires égaux, et soient m_1 et T_1 les valeurs de m et de T pour l'autre corps, on trouvera

$$(7) \qquad T - T_1 = (m_1 - m)\frac{F(p, V)}{R_0}.$$

» La différence des températures est donc proportionnelle à la différence des poids moléculaires. Supposons qu'il existe une classe de corps qui aient des volumes moléculaires égaux à leur point d'ébullition, la formule (7) s'énonce : *La différence dans les points d'ébullition de ces corps est proportionnelle au poids moléculaire.* Mais on voit que cette loi renferme la loi de M. Kopp *sur les corps homologues*, et parce que cette différence dépend de la pression et du volume, il est très-naturel, comme M. Kopp l'a trouvé, qu'elle soit différente pour des séries homologues diverses. Il est très-probable que des expériences sur les corps homologues pourraient déterminer la fonction inconnue ψ.

» *Détermination de θ.* — Désignons par h la quantité de chaleur nécessaire pour élever 1 kilogramme d'un liquide de 0 à t degrés centigrades, et le transformer ensuite en vapeur saturée à cette température sous la pression correspondante. Pour déterminer la valeur exacte de h, il faut indiquer la pression qui a lieu pendant l'échauffement du liquide de 0 à t degrés; mais parce que la dilatation du liquide est très-petite, on peut négliger le travail externe pendant l'échauffement du liquide. Désignons par q la chaleur totale interne absorbée par le liquide, et par u le volume de 1 kilogramme de liquide à t degrés : le travail externe, en transformant le liquide en vapeur,

sera $p(v-u)$. Désignons par p_0, v_0, u_0, L_0 les valeurs de p, v, u et L à 0 degrés et posons

$$T_0 = 273^{\circ} \quad \text{et} \quad T = 273 + t,$$

il est évident qu'on a

$$L - Ap(v-u) = L_0 - Ap_0(v_0 - u_0) + \int_{T_0}^{T} c'\,dT + \frac{A}{\varepsilon - 1}(pv - p_0 v_0),$$

car la chaleur totale interne se trouve aussi en transformant le liquide en vapeur saturée à 0 degré et en chauffant ensuite la vapeur de 0 degré à t degrés. On aura donc

$$(8) \qquad L = L_0 + \int_{T_0}^{T} c'\,dT + \frac{A\varepsilon}{\varepsilon - 1}(pv - p_0 v_0) - A(pu - p_0 u_0),$$

et

$$(9) \qquad c' = \left(\frac{dL}{dT}\right) - \frac{A\varepsilon}{\varepsilon - 1}\frac{d(pv)}{dT} + A\frac{d(pu)}{dT}, \quad \text{et} \quad \theta = c' - c + \frac{AR}{\varepsilon - 1}.$$

» D'après la théorie mécanique de la chaleur on sait que

$$L = q + AT(v-u)\left(\frac{dp}{dT}\right),$$

en introduisant cette valeur de L, on peut déterminer q en supposant c', ε,... connus. »

PHYSIQUE. — *Sur quelques expériences relatives à l'emploi de la lumière électrique.* Note de M. **F.-P. Le Roux**, présentée par M. Edm. Becquerel.

« Dans une précédente communication (1), j'ai indiqué que l'arc voltaïque interrompu pendant un temps assez court pouvait se rétablir spontanément, la propagation du courant paraissant dépendre surtout de la température de l'espace interpolaire. Comme je l'annonçais, il m'a été possible de fonder sur ce fait un moyen de diviser la lumière électrique. Au moyen d'une roue distributrice, on lance le courant d'une pile de Bunsen alternativement dans deux régulateurs de lumière électrique, de façon qu'il passe dans chacun d'eux pendant le même nombre de fractions de seconde, $\frac{50}{100}$ par exemple. Dans ces conditions, les deux lumières sont et restent parfaitement égales.

» Pour que l'expérience réussisse aussi bien que possible, il est utile que les charbons soient plus petits que lorsque le courant doit y passer d'une manière continue; s'ils sont à section carrée, leur côté ne doit pas

(1) Voir *Comptes rendus*, t. LXV, p. 1149.

dépasser 4 millimètres. Je suis même persuadé que si on pouvait se procurer des charbons suffisamment petits, on pourrait, par le procédé que je viens d'indiquer, fractionner encore davantage la lumière électrique. Malheureusement nous sommes bornés à l'emploi des charbons taillés dans le coke dur des cornues à gaz, et l'impureté de cette matière ne permet pas de diminuer autant qu'il serait désirable les dimensions des crayons; il est probable que si on pouvait produire industriellement du carbone pur sous un état convenable, les applications de la lumière électrique feraient un aussi grand pas que celui que leur a fait faire la substitution du charbon des cornues au charbon végétal de Davy, substitution dont l'honneur revient à M. de la Rive et à M. Foucault.

» Il est bon de remarquer que les machines où l'électricité est produite par le mouvement seraient par leur nature même particulièrement propres à cette distribution du courant dans plusieurs appareils.

» Je passe maintenant à des expériences d'un autre genre.

» J'ai recherché quelles modifications subirait la lumière électrique, tant sous le rapport de la couleur que sous celui de l'intensité, de la part de matières gazeuses dirigées sur la pointe des charbons. L'emploi de l'oxygène me paraît dès à présent devoir offrir des avantages marqués. Sous l'influence d'un très-faible jet de gaz dirigé transversalement sur les charbons vers le milieu de l'espace interpolaire, les charbons s'usent plus vite du côté d'où vient le gaz; ceux-ci s'apointissent excentriquement; l'arc n'est plus exposé, comme cela arrive ordinairement à chaque instant, à tourner tantôt d'un côté, tantôt d'un autre sous l'influence des impuretés contenues dans les charbons. En outre, les surfaces entre lesquelles jaillit l'arc, qui sont celles qui fournissent la majeure partie de la lumière utile, au lieu d'être normales à l'axe des charbons, s'inclinent notablement du côté opposé à la direction du jet de gaz, de telle sorte qu'elles se présentent plus directement aux régions de l'espace que l'on se propose d'éclairer. Fixité plus grande de l'arc et position plus avantageuse des surfaces, dont l'incandescence est à son maximum, tels sont les avantages que procure l'emploi d'un très-faible jet d'oxygène dirigé sur les charbons. Il offre quelquefois l'inconvénient d'allonger la flamme produite par les impuretés qui se rencontrent dans les charbons ordinairement employés, et je répéterai encore à ce sujet que tous les perfectionnements que pourrait recevoir la production de la lumière électrique sont intimement liés à la production industrielle d'un charbon aussi pur et aussi cohérent que possible. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Méthode pour doser et rechercher de petites quantités d'eau oxygénée.* Note de **M. Aug. Houzeau**, présentée par M. Fremy.

« La difficulté de trouver un réactif absolument caractéristique de l'ozone, comme l'est, par exemple, le fer pour le cuivre et ce dernier métal pour le mercure, et possédant de plus la qualité indispensable d'une excessive sensibilité, m'a fait renoncer à la voie suivie jusqu'à présent, et dans laquelle persévère toujours depuis vingt ans M. Schœnbein, pour donner une solution au problème tant controversé de l'ozone atmosphérique.... Confiant plus que jamais dans la sûreté, limitée il est vrai, des indications de mon papier de tournesol vineux mi-ioduré, j'ai pensé pouvoir résoudre la question litigieuse, en complétant les indications de mon réactif, par une sérieuse critique fondée sur l'emploi d'une méthode rigoureuse d'appréciation quantitative.

» On sait comment, dans un Mémoire spécial, j'ai pu, il y a deux ans, éliminer définitivement du débat météorologique l'objection des composés nitreux (1). Cependant il restait encore celle de l'influence possible, sur les papiers réactifs, de la vapeur d'eau oxygénée, à laquelle d'ailleurs M. Fremy lui-même accorde une grande importance.... C'est précisément pour examiner à son tour la valeur de cette objection qu'il m'a fallu m'occuper tout d'abord de trouver des moyens faciles et précis de dosage de l'eau oxygénée et une méthode très-sensible pour en constater la présence.... C'est donc le résultat de mes recherches entreprises sur ce nouveau sujet, dans le laboratoire de l'École des Sciences de Rouen, que j'ai l'honneur de soumettre aujourd'hui au jugement de l'Académie. Voici les faits principaux :

» I. *Méthode quantitative.* — *Dosage de l'eau oxygénée.* — En présence d'un acide, l'eau oxygénée décompose, soit à froid, soit à chaud, l'iodure de potassium neutre. Il se forme de l'iode, qui est mis en liberté, et de la potasse qui s'unit à l'acide d'après cette équivalence

$$HO^2 + IK + Ac = HO + KO.Ac + I.$$

(1) Cette objection vient encore d'être combattue récemment avec succès, à l'aide de nouveaux arguments, par MM. Schœnbein et Andrews. Le premier fait usage de protoxyde de thalium, sans action visible sur l'acide azoteux, alors qu'il absorbe l'ozone en passant à un état supérieur d'oxydation, et le second calcine l'air, dont les propriétés actives se trouvent anéanties quand il les doit à l'oxygène odorant, tandis qu'il les conserve lorsqu'il les emprunte, soit au chlore, soit à l'acide nitreux. On le voit, ces dernières expériences, tout en confirmant mes conclusions antérieures, laissent encore parfaitement intacte l'objection relative à l'eau oxygénée.

» II. Il suit de là qu'on peut apprécier, par un simple essai alcalimétrique, la quantité de l'eau oxygénée, d'après la proportion de la potasse formée. La solution d'iodure usitée pour ce dosage se prépare avec 3 grammes de sel et 100 grammes d'eau. L'acide titré a pour composition

$$5^{cc} = 6^{mg},125\ SO^3\ HO = 2^{mg},125\ HO^2.$$

La liqueur alcaline titrée s'obtient avec une *solution alcoolique* de potasse ou de soude, étendue d'une quantité suffisante d'eau bouillie.

» *Mode opératoire*. — Le dosage du peroxyde d'hydrogène s'effectue en versant d'abord l'acide titré dans la solution oxygénée neutre et en y ajoutant ensuite un léger excès d'iodure de potassium neutre (ordinairement quelques gouttes). On chauffe le mélange dans une petite fiole à fond plat, pour aider la réaction, et on porte à l'ébullition pour expulser entièrement l'iode. On opère ensuite le titrage avec la liqueur alcaline, en se conformant aux précautions signalées par M. Boussingault dans son important travail sur l'ammoniaque des eaux.

» III. Lorsque l'acide sulfurique et l'iodure neutre sont suffisamment étendus d'eau, ils ne réagissent pas l'un sur l'autre, soit à froid, soit à chaud.

» IV. Contrairement à ce que l'on observe pour l'ozone, l'eau oxygénée faible semble ne pas réagir sur l'iodure de potassium quand les solutions sont neutres.

» V. Mais la vapeur de peroxyde d'hydrogène bleuit néanmoins, à l'instar de l'ozone, le papier ioduro-amidonné et le papier de tournesol vineux mi-ioduré.

» VI. L'iodure de potassium neutre peut également servir à la recherche qualitative de l'eau oxygénée, quand celle-ci a été préalablement acidulée; la coloration jaune ou rougeâtre qu'il communique à la solution oxygénée suffit, dans la plupart des cas, pour caractériser le peroxyde d'hydrogène. Mais sa sensibilité est encore considérablement augmentée par l'emploi du chloroforme, que les plus petites traces d'iode libre, invisibles dans l'eau, colorent en violet ou en rose.

» VII. Toutefois, les nitrites, les hypochlorites et autres sels analogues réagissant sur l'iodure de potassium de la même manière que l'eau oxygénée, il est utile de se prémunir contre cette cause d'erreur, de la manière suivante :

» *Marche à suivre pour rechercher l'eau oxygénée*. — Opérer sur 1, 2, 3 ou 4 centimètres cubes de liqueur, qu'on acidule au moment de l'essai (dans le cas où elle serait neutre ou alcaline) par une quantité suffisante

d'acide sulfurique très-dilué (5^{cc} — acide = $6^{mg},125$ $SO^3 HO$), afin que la liqueur ait une réaction acide.

» L'addition de quelques gouttes d'iodure de potassium doit toujours suivre celle de l'acide et jamais la précéder.

» 1er *Essai.* — Il y a coloration jaune ou rouge à froid, d'où possibilité de la présence de l'eau oxygénée ou de nitrites et autres sels analogues.

» 2e *Essai.* — Recommencer alors l'opération ci-dessus, après avoir fait bouillir préalablement la liqueur acidulée pendant deux ou trois minutes pour expulser les acides nitreux, chlorés, etc., ajouter ensuite l'iodure ; s'il y a encore coloration : indice de la présence du peroxyde d'hydrogène.

» 3e *Essai.* — Il n'y a pas de coloration à froid, mais il y en a une à chaud : indice de l'existence de l'eau oxygénée.

» 4e *Essai.* — Il n'y a pas de coloration, ni à froid, ni à chaud. Ajouter alors au mélange de la liqueur d'essai avec l'acide et l'iodure une grosse goutte de chloroforme, et agiter le tout pendant cinq ou six minutes à la température d'environ 40 degrés.

» S'il y a coloration rose du chloroforme : indice encore du peroxyde d'oxygène. S'il n'y a pas coloration du chloroforme, il faut en conclure, ou que la liqueur ne renferme pas d'eau oxygénée, ou qu'elle n'en contient qu'une quantité inférieure à la limite de sensibilité du réactif.

» Mais la délicatesse même du problème météorologique à résoudre, et en vue duquel ce travail préliminaire a été entrepris, exigeait encore une bien plus grande sensibilité. De là la nécessité de trouver un moyen efficace de concentration des dissolutions oxygénées.

» VIII. *Concentration de liqueurs oxygénées.* — Une solution très-faible d'eau oxygénée ($30^{cc} = 0^{mg},38$ HO^2) peut se concentrer dans le vide sec (confirmation d'une ancienne observation de Thenard).

» IX. Elle se concentre aussi dans l'air confiné desséché par la chaux vive.

» X. La chaleur peut également concentrer, à l'air libre, les solutions faibles d'eau oxygénée, quand elle s'exerce sur des quantités restreintes de liquide (30 à 50 centimètres cubes). Mais au delà de ce volume tout le peroxyde d'hydrogène peut disparaître s'il est en faible proportion (1).

(1) Pendant que je m'occupais de ce travail, M. Schœnbein publiait quelques résultats relatifs à l'action de la chaleur sur l'eau oxygénée qui concordent parfois avec les miens. Mais on verra que, par le but à atteindre autant que par la méthode suivie, mes recherches actuelles diffèrent essentiellement de celles du savant chimiste de Bâle.

» XI. On concentre aussi l'eau oxygénée par distillation à basse température. Dans ce cas, c'est l'eau pure qui distille la première.

» XII. Il est possible, par la distillation à basse température, de séparer tout à la fois l'eau oxygénée des matières fixes qu'elle contient et de la plus grande partie de l'eau dans laquelle elle est dissoute.

» XIII. Une solution très-étendue d'eau oxygénée peut être mise à bouillir en présence de l'acide sulfurique pendant *quelques minutes* sans éprouver de décomposition sensible. Exemple :

	Durée de l'ébullition.		
	Deux minutes.	Cinq minutes.	Quinze minutes.
	mg	mg	mg
HO^2 mis	0,26	0,26	0,30
HO^2 trouvé	0,26	0,30	0,28

» XIV. Mais le moyen le plus pratique et le plus efficace pour concentrer de grandes quantités d'une solution très-étendue de peroxyde d'oxygène consiste à les soumettre à la congélation partielle dans un appareil Carré. Exemple :

HO^2 { mis dans 500^{cc} d'eau pure $=0^{mg},34$ (non constatable par le chloroforme ioduré). retrouvé après réduction du liquide à 10^{cc}, $0^{mg},24$ (constatable par le chloroforme ioduré).

» XV. *Jamais*, pendant la congélation partielle de la même masse d'eau pure, il ne se forme la plus petite trace d'eau oxygénée.

» Par ma méthode qualitative (emploi simultané de la congélation partielle et du chloroforme ioduré), on peut reconnaître aisément l'eau oxygénée dans une solution qui en renferme $\frac{1}{25,000,000}$ de son poids.

» En résumé, ces recherches établissent qu'il est non-seulement possible, mais très-aisé, par ma méthode, de doser directement l'eau oxygénée à 4 millièmes de milligramme près, et qu'on peut en constater la présence dans une solution qui n'en renferme que *un vingt-cinq-millionième* de son poids.

» L'Académie comprendra qu'une fois en possession d'un pareil moyen d'investigation, j'aie pu aborder et résoudre avec autant de netteté que je l'avais fait pour les composés nitreux, l'objection de l'influence possible ou probable de la vapeur d'eau oxygénée sur les réactifs usités dans les observations dites ozonométriques.

» Le résultat de cette nouvelle étude fera l'objet d'une prochaine communication. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches relatives à l'action du chlorure de cyanogène sur le zinc-éthyle.* Note de **M. H. Gal**, présentée par M. Fremy.

« L'acide cyanhydrique, sous l'action de la potasse, se dédouble en acide formique et en ammoniaque, d'après la formule

$$C^2HAz + 4HO = C^2H^2O^4 + AzH^3.$$

» En présence de cette réaction, il est difficile de dire dans lequel des deux corps se retrouve l'hydrogène de l'acide cyanhydrique. En remplaçant l'hydrogène de cette substance par un radical alcoolique (C^4H^5, par exemple), et faisant intervenir l'action de l'hydrate de potasse sur ce nouveau composé, nous devons, par l'étude de sa décomposition, arriver à la solution de la question.

» Or, nous sommes ici en présence de deux substances isomères : l'une bouillant à 98 degrés, et qui, ainsi que l'ont démontré MM. Dumas, Malagutti et Leblanc, donne les résultats suivants :

$$C^4H^5C^2Az + 4HO = C^6H^6O^4 + AzH^3.$$

» L'autre bout à 82 degrés, et fournit, d'après M. Hofmann, la réaction

$$C^4H^5C^2Az + 4HO = C^2H^2O^4 + C^4H^5H^2Az.$$

» La première formule nous apprend donc que C^4H^5 prend la place d'un équivalent d'hydrogène dans l'acide formique, et que, par conséquent, dans les produits de la décomposition de l'acide cyanhydrique, c'est dans l'acide formique qu'il faut chercher l'hydrogène de cet hydracide.

» La deuxième formule nous montre le contraire, et tend à nous faire admettre que l'hydrogène de l'acide cyanhydrique se retrouve dans l'ammoniaque.

» La question est donc indécise, à cause de l'existence de ces deux isomères. En examinant cependant le mode de préparation de ces deux éthers, on serait tenté de considérer le deuxième comme le véritable dérivé de l'acide cyanhydrique; on l'obtient en effet par l'action de l'iodure d'éthyle sur le cyanure d'argent :

$$C^4H^5I + AgC^2Az = C^4H^5C^2Az + AgI.$$

» Cette formule semble bien indiquer que cet éther provient de la substitution de C^4H^5 à l'argent du cyanure métallique, et, par suite, à l'hydrogène de l'acide cyanhydrique.

» Mais si l'on fait réagir le chlorure de cyanogène gazeux sur le zinc-éthyle, on obtient, ainsi que l'expérience me l'a démontré, un liquide bouillant à 98 degrés, identique avec l'ancien éther cyanhydrique. La formule de la réaction est la suivante :

$$C^2AzCl + C^4H^5Zn = C^4H^5C^2Az + ZnCl.$$

» Ce mode de formation des éthers est aussi général que celui qui consiste à faire réagir l'iodure d'éthyle sur le sel d'argent correspondant ; on devait donc, par ce procédé, s'attendre à obtenir le même composé que par la réaction dont s'est servi Meyer, c'est ce qui n'a pas lieu, ainsi que je viens de le dire ; de sorte qu'après toutes les recherches faites sur l'acide cyanhydrique, il nous est impossible aujourd'hui de dire quelle est la constitution de l'acide cyanhydrique, et d'indiquer quel est celui des deux éthers connus qui doit être considéré comme l'homologue de cet acide. »

M. Zaliwski-Mikovski adresse une Note concernant « l'influence du calorique sur l'électricité ».

M. Chatin prie l'Académie de vouloir bien l'autoriser à reprendre les dessins adressés par lui à l'appui d'une rédaction non admise pour le concours du prix Bordin en 1866.

La Lettre de M. Chatin sera soumise à la Section de Botanique.

La séance est levée à 5 heures et demie. E. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 6 janvier 1867, les ouvrages dont les titres suivent :

Note sur un Orchis ustulata, L., *à fleurs doubles; par* M. A. BELLYNCK. Gand, 1867; opuscule in-8°.

Giornale... *Journal des Sciences Naturelles et Économiques,* publié sous la direction du Conseil de perfectionnement de l'Institut technique de Palerme, t. III, fascicules 1, 2, 3, 1867. Palerme, 1867, in-4° avec planches.

Rendi conto... *Comptes rendus des sessions de l'Académie des Sciences de l'Institut de Bologne,* années 1865-1866 et 1866-1867. Bologne, 1866-1867; 2 br. in-8°.

Memorie... *Mémoires de l'Académie des Sciences de l'Institut de Bologne,* 2e série, t. V, fascicules 3 et 4; t. VI, fascicules 1 à 4. Bologne, 1866-1867; 6 fascicules in-4° avec planches.

Annales Academici MDCCCLXII-MDCCCLXIII. Lugduni-Batavorum, 1866; 1 vol. in-4°.

Jaarboek... *Annuaire de l'Académie royale des Sciences d'Amsterdam* pour l'année 1866. Amsterdam, 1867; in-8°.

Processen-verbaal... *Procès-verbaux des séances ordinaires de l'Académie royale des Sciences, division des Sciences Naturelles,* mai 1866 à avril 1867. Sans lieu ni date; br. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 30 décembre 1867.)

Page 1110, ligne 35, *au lieu de* quelques détails aux extraits, *lisez* quelques détails extraits.

Page 1127, ligne 36, *au lieu de* un nouveau thermomètre, *lisez* un second thermomètre.

Page 1135, ligne 13, *au lieu de* pour l'agriculteur, *lisez* pour l'agriculture.

Page 1135, ligne 18, *au lieu de* descendu, *lisez* descendre.

Page 1135, ligne 29, *au lieu de* 1337 kilogrammes, *lisez* 1337 grammes.

Page 1135, ligne 38, *au lieu de* un composé, *lisez* un compost.

Page 1137, ligne 36, *au lieu de* ces mesures, *lisez* des mesures.

On a interverti l'ordre des fouilles réunies en tableaux; le lecteur comprendra que ces expériences doivent nécessairement se succéder par *ordre de dates.*

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 JANVIER 1868.

PRÉSIDENCE DE M. DELAUNAY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *L'Observatoire impérial de Paris, sa situation et son avenir; par* **M. Le Verrier**. [Suite de la troisième Note (1).]

« Après avoir exposé l'utilité et la convenance de conserver l'Observatoire actuel de Paris, complété par sa succursale de Marseille; après avoir répondu à deux objections dénuées de valeur, j'ai, dans le numéro précédent, p. 22, rapporté l'opinion d'Arago, que, *dans tout pays pénétré de l'amour éclairé des sciences, les souvenirs de l'Observatoire suffiraient amplement pour le sauver de la destruction.*

» Abordant ensuite cette étrange assertion qu'on ne peut déterminer à l'Observatoire de Paris les positions des étoiles fondamentales, assertion réduite à un énoncé dénué de toute preuve, j'en ai démontré la fausseté à l'égard des *ascensions droites* déterminées par nos travaux. Après avoir prouvé leur exactitude par un examen tiré de nos propres observations

(1) *Voir* t. LXV, p. 1073 et 1106, et t. LXVI, p. 21.
L'Académie a bien voulu autoriser l'insertion de la suite de l'examen auquel nous nous sommes livré dans la précédente séance et que nous avons dû scinder à l'impression, à cause de son étendue extra-réglementaire, et parce que nous avions omis de demander une autorisation pour le surplus (*voir* p. 29).

faites dans deux conditions différentes, j'ai montré que nos résultats s'accordent avec ceux de Greenwich, accord qui témoigne à la fois de l'exactitude des Catalogues des deux Observatoires.

» Je vais étendre ma démonstration aux distances polaires et je répondrai ensuite à diverses objections dont la faiblesse apparaîtra aux yeux de tous.

Exactitude des distances polaires des étoiles, déterminées à l'Observatoire de Paris.

» Ainsi que nous l'avons dit, nous avons pris naturellement, en 1854, la science là où elle en était. Les distances polaires des étoiles avaient déjà été déterminées avec assez de soin pour qu'il fût possible d'emprunter provisoirement celles de nos 306 fondamentales aux Catalogues les plus renommés. C'est ce qui a été fait. Au reste, disions-nous encore, la correction de ces positions résultera de nos observations elles-mêmes. Étudions les résultats ainsi obtenus.

» Déjà, dans le numéro précédent, p. 28, nous avons examiné si les distances polaires déterminées par nous ne contiendraient pas quelque erreur systématique suivant l'heure du passage des étoiles au méridien. Nous avons reconnu qu'il n'y en a aucune.

» Une autre vérification consiste à s'assurer qu'entre le Catalogue provisoire et le Catalogue conclu il n'existe aucune erreur systématique notable en rapport avec les distances des étoiles au pôle. Nous pouvons présenter dès à présent le résultat de cette vérification pour le Catalogue résultant de nos observations de neuf années, 1856 à 1864.

Distances polaires.	Corrections moyennes du Catalogue 1856-1864.
0° à 20°	— 0",28
20 à 40	— 0,24
40 à 60	+ 0,14
60 à 80	— 0,10
80 à 100	— 0,36
100 à 115	+ 0,41
115° à 125	+ 0,27

» Toutes ces corrections moyennes sont extrêmement faibles, et s'il y a à s'étonner d'une chose, c'est que les positions des étoiles qui s'élèvent peu au-dessus de l'horizon ne diffèrent pas davantage dans les divers Catalogues. Cela montre que les données de la réfraction sont bien connues et que la réfraction elle-même n'a pas à Paris ces incertitudes dont on l'accuse,

toujours sans preuves. Au reste, la vérité est que les positions des étoiles très-australes ne doivent pas être déterminées par nous, mais bien par les observateurs du Sud. Sous ce rapport, rien à gagner en restant dans la vallée de la Seine.

» Mais arrivons à la comparaison des Catalogues de distances polaires donnés par divers Observatoires, comparaison faite en Allemagne par M. Auwers, et qui a été publiée dans la *Connaissance des Temps pour* 1868.

» M. Auwers a réuni quatorze des Catalogues publiés pour constituer un Catalogue moyen qu'il appelle *Catalogue normal;* cela fait, l'auteur examine les écarts des divers Catalogues par rapport au Catalogue normal. « Les déclinaisons adoptées pour Paris, dit-il, sont les moyennes formées » d'après le nombre des observations, des données des six Catalogues » des 309 étoiles fondamentales annexées aux observations de Paris, de » 1856 à 1861. A l'égard des constantes de réduction employées, elles » n'ont pas besoin de correction. » (Il n'y avait que six années publiées lorsque M. Auwers a fait ce travail.)

» Or, voici les résultats auxquels M. Auwers est parvenu pour les déclinaisons individuelles de 45 étoiles fondamentales consignées dans sa Table de comparaison (1).

Écarts des déclinaisons par rapport au Catalogue normal.

	Paris.	Greenwich. 1857,5.	Washington. 1847.	Bessel. 1845.	Taylor. 1832.	Argelander. 1829.	Struve. 1828.
	$''$	$''$	$''$	$''$	$''$	$''$	$''$
γ Pégase.......	+ 0,1	− 0,2	− 0,1	+ 0,3	− 0,1	+ 0,1	− 0,2
α Cassiopée.....	− 0,3	+ 0,3	+ 0,2	0,0	− 0,5	+ 0,2	+ 0,3
α Petite Ourse..	+ 0,1	0,0	− 0,1	+ 0,2	− 0,2	+ 0,1	0,0
α Bélier........	− 0,2	− 0,3	− 0,3	− 0,2	− 0,6	+ 0,1	− 0,5
α Baleine.......	0,0	+ 0,4	− 0,6	− 0,1	+ 0,2	0,0	− 0,2
α Persée.......	− 0,1	+ 0,2	+ 0,8	0,0	− 0,7	+ 0,1	− 0,1
α Taureau......	− 0,2	− 0,4	+ 0,5	− 0,2	− 0,5	+ 0,1	0,0
α Cocher.......	− 0,2	− 0,3	+ 0,3	− 0,2	− 0,1	+ 0,1	+ 0,2
β Orion........	− 0,2	− 0,3	+ 0,1	+ 0,1	+ 0,5	+ 0,1	− 0,3

(1) Pour former cette Table, l'auteur a avant tout corrigé chaque Catalogue de ses erreurs systématiques, en sorte que la Table ne contient que les erreurs irrégulières. C'est ainsi que pour la comparaison des Catalogues en ascension droite, p. 28, nous avons retranché la constante $0^s,012$.

Dans la séance de ce jour, on a porté la discussion sur les erreurs systématiques, comme on le verra plus loin. Nous l'avons immédiatement suivie sur ce terrain, qui n'offre aucune espèce d'embarras, au contraire.

	Paris.	Greenwich. 1857,5.	Washington. 1847.	Bessel. 1845.	Taylor. 1832.	Argelander. 1829.	Struve. 1828.
β Taureau......	+ 0″,1	+ 0″,1	+ 0″,3	− 0″,1	− 0″,4	− 0″,3	− 0″,6
α Orion........	− 0,3	− 0,3	+ 0,8	+ 0,1	+ 1,3	0,0	− 0,1
α² Gémeaux....	− 0,5	0,0	0,0	+ 0,1	− 0,7	0,0	+ 0,5
β Gémeaux.....	0,0	+ 0,2	0,0	0,0	+ 0,7	0,0	− 0,3
α Hydre.......	− 0,3	− 0,4	+ 0,2	− 0,2	+ 0,6	+ 0,4	− 0,4
α Lion.........	− 0,3	0,0	+ 0,3	− 0,3	+ 0,4	− 0,2	− 0,4
α Grande Ourse.	− 0,4	− 0,2	+ 0,1	− 0,3	− 0,3	+ 0,1	− 0,2
β Lion.........	+ 0,1	− 0,2	+ 0,2	+ 0,1	+ 0,9	− 0,2	− 0,3
β Vierge.......	− 0,5	0,0	− 0,7	− 0,9	+ 0,6	+ 0,2	+ 0,4
γ Grande Ourse.	0,0	− 0,3	0,0	− 0,1	+ 1,6	− 0,1	0,0
α Vierge.......	− 0,2	+ 0,3	− 0,7	+ 0,1	+ 0,3	0,0	− 0,1
η Grande Ourse.	+ 0,1	− 0,2	− 0,6	+ 0,2	+ 0,2	− 0,1	− 0,2
α Bouvier......	+ 0,1	0,0	− 0,3	− 0,1	− 0,8	+ 0,1	0,0
α¹ Balance......	+ 0,5	0,0	+ 0,8	+ 0,4	0,0	+ 0,5	− 0,5
α² Balance......	− 0,2	− 0,3	− 0,4	+ 0,2	− 1,5	+ 0,6	− 0,1
β Petite Ourse..	+ 0,3	+ 0,4	− 0,6	0,0	− 1,9	− 0,4	− 0,4
α Couronne.....	− 0,1	− 0,2	− 0,7	− 0,3	− 0,2	+ 0,2	+ 0,6
α Serpent......	− 0,1	− 0,4	− 0,3	+ 0,2	− 1,0	0,0	+ 0,4
α Scorpion.....	+ 0,3	+ 0,7	+ 0,2	− 0,2	0,0	+ 0,5	− 1,3
α Hercule......	+ 0,6	− 0,2	− 0,2	+ 0,4	+ 1,0	+ 0,3	+ 0,3
α Ophiuchus....	− 0,3	− 0,3	− 0,6	− 0,2	+ 0,1	+ 0,1	+ 0,3
γ Dragon.......	+ 0,1	0,0	− 0,1	+ 0,1	+ 0,2	0,0	+ 0,1
δ Petite Ourse..	+ 0,5	0,0	− 0,1	+ 0,2	0,0	− 0,6	− 0,4
α Lyre.........	+ 0,3	− 0,1	− 0,1	0,0	− 0,2	+ 0,3	− 0,1
γ Aigle........	+ 0,5	− 0,3	− 0,4	+ 0,4	− 0,3	− 0,1	− 0,1
α Aigle........	+ 0,2	− 0,1	− 0,1	+ 0,2	+ 0,7	+ 0,1	+ 0,1
β Aigle........	+ 0,2	0,0	0,0	+ 0,3	+ 0,8	+ 0,1	+ 0,2
α¹ Capricorne...	+ 0,1	+ 0,4	0,0	0,0	+ 0,1	+ 0,2	− 0,1
α² Capricorne...	+ 0,2	+ 0,1	+ 0,1	+ 0,2	+ 2,2	− 0,2	0,0
α Cygne........	0,0	0,0	0,0	+ 0,1	+ 1,3	− 0,1	− 0,1
α Céphée.......	+ 0,2	+ 0,2	+ 0,3	+ 0,1	− 0,2	− 0,4	− 0,3
β Céphée.......	+ 0,2	+ 0,3	0,0	+ 0,3	+ 0,6	− 0,6	− 0,1
α Verseau......	− 0,5	− 0,5	+ 0,3	− 0,1	+ 1,6	+ 0,4	+ 0,1
α Poisson austral	− 0,2	− 0,3	+ 0,2	»	− 0,1	»	»
α Pégase.......	+ 0,3	− 0,3	+ 0,1	0,0	+ 1,2	+ 0,4	− 0,1
α Andromède...	0,0	− 0,1	− 0,2	+ 0,3	+ 0,1	+ 0,2	+ 0,2

» M. Auwers étend ce tableau de comparaisons à ving-neuf Catalogues. Nous n'avons cité ici que les plus précis parce que ce sont les seuls auxquels nous devions nous comparer. Du reste l'auteur conclut de l'ensemble de ses tableaux les erreurs moyennes accidentelles d'une déclinaison *réduite* d'après son travail, savoir :

	Étoiles du Sud.	Étoiles du Nord.	Moyennes.
Kœnisberg, 1820 (Bessel)	0",30	0",30	0",30
Struve	0,31	0,23	0,29
Argelander	0,24	0,29	0,25
Greenwich, 1845 (12 années)	0,27	0,16	0,25
Paris (6 années)	0,29	0,22	0,28
Henderson	0,42	0,22	
Bessel, 1843	0,36	»	
Washington (Maury)	0,39	0,40	
Greenwich (Pond)	0,42	0,24	
Airy C.	0,46	0,30	
Taylor, 1845	0,44	0,57	
Oxford, 1845	0,74	0,53	
Munich (Lamont)	0,39	0,40	
Etc.	Etc.	Etc.	

» Il résulte de là que l'exactitude moyenne des cinq premiers Catalogues donnés par les cinq grands Observatoires, Kœnisberg (Bessel), Dorpath (Struve), Bonn (Argelander), Greenwich (Airy) et Paris est sensiblement la même. Greenwich est fondé sur douze années d'observations et Paris sur six années seulement.

» L'exactitude moyenne est moindre dans les Catalogues suivants.

» L'Observatoire de Poulkowa n'ayant pas encore publié ses observations, n'a pu être compris dans ces comparaisons.

» Il restera donc établi :

» *Que les positions des étoiles fondamentales peuvent être déterminées à Paris*;

» *Qu'elles y sont effectivement déterminées avec le plus grand soin;*

» *Que l'exactitude pour une étoile est la même que pour les Observatoires les plus renommés dont les déterminations sont connues.* »

» Nous poursuivrons dans la prochaine séance cet examen scientifique. Nous terminerons aujourd'hui en appréciant les remarques qu'on vient d'apporter au sujet de la réfutation que nous avons faite de certaines difficultés apparentes mais non réelles et de certaines objections sans valeur.

» 1° On avait débuté dans cette discussion en assurant (t. LXV, p. 1060) que, le 11 novembre, nous avions présenté le déplacement de l'Observatoire comme nécessaire. Nous avons exposé (p. 1107) que cette assertion était inexacte et que notre article du 11 novembre (p. 776) ne contient rien de

pareil. On reconnaît aujourd'hui le bien fondé de notre protestation. Nous nous bornons à en prendre acte, tout en faisant remarquer qu'ayant pris part à bien des discussions, nous n'en avons jamais vu aucune débuter par une inexactitude aussi considérable.

» 2° On a présenté à l'Académie une pièce concernant la latitude de l'Observatoire de Paris et de laquelle il résulterait qu'à certaines époques de l'année on déduirait des observations une latitude plus grande ou plus petite d'*un quart de seconde* (0'',25) que la latitude adoptée. Sans attacher à ce fait plus d'importance scientifique qu'il ne comporte, nous avons dû faire remarquer que la pièce en question provenant de notre Bureau de calcul n'avait pas le sens qu'on lui prêtait et ne renfermait qu'un examen provisoire et qui suffisait seulement pour s'assurer qu'il n'y avait pas d'erreur sérieuse. On ne le conteste pas aujourd'hui, ce qui est le point important; mais on déclare qu'on avait été autorisé à en faire cet usage puisque *les résultats ont été publiés par M. Le Verrier en* 1866, dans un Mémoire inséré par l'auteur dans les *Annales de l'Observatoire de Paris*.

» C'est jouer avec la situation et sur les mots. Quand un auteur assez connu imprime un travail dans les *Annales de l'Observatoire*, chacun comprend que le Directeur donne administrativement le *bon à tirer* sans lire les détails des *épreuves*, surtout quand le travail renferme de grandes longueurs. La pièce contestée a été insérée par l'auteur dans un de ses Mémoires en 1866; cette double reproduction ne lui donne pas une plus grande valeur.

» Mais il y a plus, l'auteur en jugeait lui-même ainsi en 1866, et il disait dans les *Annales*, t. VIII, p. 319 : *Ce résultat aurait besoin d'être confirmé par de nouvelles déterminations*. Cette réserve, trop nécessaire, a été effacée dans la lecture faite à l'Académie. Pourquoi cela? C'est une singulière histoire que celle de ce *petit quart de seconde*. Ceux qui l'ont rencontré en 1862 ne lui ont attaché aucune signification. Quelqu'un le relève en 1866 et le produit dans le monde scientifique tout en reconnaissant qu'il n'a aucune authenticité. En 1867, on efface la restriction devant l'Académie, et on prétend faire de ce petit être un argument considérable pour la destruction de l'Observatoire.

» 3° On avait dit qu'on ne pourrait déterminer la latitude à l'Observatoire de Paris (ce que nous n'admettons pas du tout); que pour l'obtenir il faudrait aller mesurer la latitude de deux ou trois stations dans la plaine voisine, afin d'en conclure la latitude de l'Observatoire par une triangulation. Nous avons fait remarquer qu'il y avait contradiction entre cette assertion à la charge de l'Observatoire de Paris et la prétention de n'avoir

besoin, quand on serait à Fontenay, que de cette seule station. La Note qu'on vient de lire ne donne sur ce point aucune explication intelligible (1).

» 4° On revient sur la grande comète de 1861, qui a été observée en Grèce, à Athènes, après qu'on avait cessé de la voir à Paris. Nous avons répondu que cela était tout naturel, Athènes étant plus méridionale que Paris de 11 degrés et ayant joui d'un beau ciel, pendant que nous n'avions pendant l'hiver que des ciels couverts et brumeux. Et nous avons ajouté que le résultat eût été le même pour tout autre Observatoire situé dans la vallée de la Seine; que, pour sortir de cette situation et rencontrer des avantages sérieux, il fallait se transporter dans le Midi pour l'observation des astres très-faibles; c'est ce qui a été réalisé dans notre succursale de Marseille.

» On nous répond aujourd'hui que *le climat n'exerce pas sur la visibilité*

---

(1) On a ajouté au *Compte rendu*, en note, p. 19, un supplément d'explications qui n'avait pas été produit en séance, et auquel, pour ce motif, on n'avait pas pu répondre. Cette explication est de tous points et fort heureusement, pour les travaux de l'auteur, inadmissible.

On nous fait une énumération de toutes les prétendues difficultés qu'on éprouvera pour passer de la latitude d'un point de la plaine voisine à celle de l'Observatoire. La réduction dépendra des éléments de l'ellipsoïde osculateur qui ne seraient pas connus, de la distance à l'Observatoire, de l'azimut de cette distance, etc... Non, il n'est pas sérieux de dire que pour d'aussi faibles distances de deux stations les éléments de réduction ne seraient pas suffisamment connus, ni que les attractions locales pourraient varier notablement d'un point à l'autre. L'auteur de cette objection, qui, suivant nous, couvre une retraite, ne s'est pas laissé arrêter par des considérations d'une telle nature dans les opérations géodésiques qui lui ont valu un siége à l'Académie des Sciences.

A Strasbourg, par exemple, on a établi l'Observatoire à 1500 mètres de la flèche de la cathédrale, le Munster, dont il fallait déterminer la longitude et la latitude. Puis ces deux coordonnées étant une fois déterminées, on en a conclu, sans difficulté, la longitude et la latitude du Munster, sommet de la station géodésique et situé à 1500 mètres de distance. Est-ce donc que la latitude donnée pour le Munster dans les *Annales de l'Observatoire*, t. VIII, p. 356, ne serait pas exacte, parce qu'on ne l'aurait pas déduite de trois latitudes obtenues autour de Strasbourg, au lieu d'une seule? Nous voilà amené à défendre les travaux de l'auteur contre lui-même.

Que signifieraient d'ailleurs les latitudes et les longitudes qu'il a déterminées en divers sommets des triangles géodésiques de la France, si à 2000 mètres de distance, loin des montagnes, dans un pays de plaines, l'effet des attractions locales pouvait varier notablement? Du reste, nous serons bientôt, dans cette même séance, obligé de défendre les travaux de l'auteur contre une autre de ses exagérations. C'est un inconvénient de ne voir à un moment donné que la thèse qu'on soutient et de lui tout sacrifier. On se trouve ainsi entraîné plus loin qu'on ne pense.

des astres l'influence que nous lui attribuons! On sait, en effet, que la comète de 1861 a été observée près de Saint-Pétersbourg du 20 au 25 mars 1862 avec une très-forte lunette, et, ajoute-t-on, *il est remarquable que ce soit dans la station la plus boréale qu'on ait réussi à l'observer le plus longtemps : chacun regardera comme extrêmement probable qu'on eût pu l'observer à Fontenay-aux-Roses, et tout aussi longtemps, avec une lunette de même force!!!*

» Non, c'est le contraire que tout le monde regardera comme extrêmement certain. Ceux qui ne connaissent pas le profond dédain que l'auteur de cette assertion professe pour la météorologie ne comprendront pas qu'on puisse énoncer de pareilles erreurs.

» La vallée de la Seine, située dans un climat tempéré, ouverte notamment aux vents de l'ouest qui soufflent si fréquemment, est continuellement envahie par l'humidité et les nuages venus de l'Océan, et, si le ciel n'est pas couvert, l'atmosphère est au moins remplie de vapeurs, surtout en hiver. Pour trouver un ciel pur, il faut aller beaucoup plus au midi ou beaucoup plus au nord. Dans le Midi, les vapeurs sont tenues à l'état de fluide transparent par la chaleur; dans le Nord, elles sont précipitées par le froid extrême.

» Cela est tellement vrai, qu'en voyant Poulkowa, située par près de 60 degrés de latitude, observer une très-faible comète du 20 au 25 mars 1862, il était facile de prévoir que la température devait y être extrêmement basse. Effectivement, en consultant notre *Bulletin météorologique* pour l'année 1862, on voit que la température était, à ces dates et à 7 heures du matin, comprise entre — 10° et — 20°, par un vent de nord-est; tandis qu'en consultant notre volume des *Annales* pour la même année, on voit que les 20-25 mars le ciel a été couvert, pluvieux, vaporeux, et que cela a continué ensuite jusqu'au 4 avril, sans que l'amélioration fût bien notable. L'erreur vient de ce qu'on s'est imaginé, en voyant que nous disions qu'il faisait d'autant plus beau qu'on s'avançait davantage vers le midi en s'éloignant de Paris, que ce devait être l'inverse en marchant vers le nord. Or, en admettant que cela fût vrai pour notre méridien, il en est autrement quand on marche vers le nord en s'avançant aussi vers l'est.

» Eu égard à notre situation dans la vallée de la Seine, nous avons fait tout ce qu'il était possible, car voici les dates des dernières observations de la comète effectuées dans divers Observatoires (en admettant qu'aucune d'elles ne nous ait échappé, ce qui ne changerait rien au sens de notre remarque) :

Berlin	le 25 octobre.
Cambridge (États-Unis d'Amérique), avec une lunette de 23 pieds	le 22 novembre.
Cambridge (Angleterre), avec le grand équatorial	le 5 décembre.
Mannheim	le 25 décembre.
Paris	le 28 décembre.

» Nous croyions donc être les derniers à avoir observé l'astre, quand les observations faites ultérieurement à Athènes, et plus tard encore à Poulkowa (Saint-Pétersbourg), sont venues nous surprendre *désagréablement*. Sans perdre un jour, nous avons voulu aviser; mais, nous le répétons, jamais, pour parer à l'inconvénient qui se révélait, nous n'aurions eu la singulière idée de nous en aller à Fontenay-aux-Roses. Dès le mois d'avril, nous nous sommes occupé d'établir une succursale dans le Midi.

» Évidemment, il aurait été plus agréable à M. Foucault et à moi de conserver le télescope de $0^m,80$ que nous avons envoyé à Marseille; évidemment, il nous aurait été plus agréable d'avoir à Fontenay-aux-Roses une habitation réunissant à la fois les charmes des champs et ceux du voisinage d'une grande ville, plutôt que de nous être mis dans la nécessité d'avoir fait déjà une douzaine d'excursions à Marseille pour y établir nos bâtiments et nos instruments. Mais, pas plus à cette époque qu'aujourd'hui, nous n'avons transigé avec les véritables intérêts de l'Astronomie.

» 5° Nous avons dit que les nouvelles comètes ne doivent pas être cherchées à Paris ou ailleurs, dans la vallée de la Seine, mais bien dans le Midi. On objecte qu'on a bien jadis découvert des comètes à l'Observatoire de Paris et que nous avons fait nous-même procéder à cette recherche avant 1862.

» Cela est vrai; mais alors la situation astronomique était toute différente. Peu de personnes se livraient à la recherche des comètes, et habituellement, avant qu'on les eût constatés, ces astres avaient pu pénétrer assez avant dans notre sphère pour devenir visibles dans des chercheurs *tenus à la main*. Aujourd'hui, le ciel est surveillé avec une attention extrême non-seulement en Europe, mais aussi en Amérique, avec de fortes lunettes. Ceux qui chercheraient ces astres ou avec de faibles instruments ou sous un ciel vaporeux et plus habituellement couvert qu'ailleurs, se donneraient beaucoup de peine, sans obtenir une juste rémunération de leur temps. Ils seraient devancés par les observateurs placés plus avantageusement.

» Voilà ce que nous a appris l'expérience, une bonne conseillère dont

nous savons profiter. Saisissons cette occasion de dire que nous ne nous sentons pas touché quand on nous reproche de ne pas avoir, sur certains points, la même opinion qu'il y a quatorze ans. A quoi servirait donc d'étudier, de travailler, si l'on devait ne tenir compte de rien, ni de l'expérience ni des progrès accomplis, et s'il fallait se laisser aller à des partis pris. C'est bien en science qu'il est légitime de dire que *l'homme absurde est celui qui ne change jamais*.

» Quant au chercheur établi à Marseille, on a tort de vouloir se l'attribuer, puisqu'à l'heure où nous écrivons on n'a pas pu encore, malgré notre demande, nous faire connaître la solution qu'on avait imaginée en 1861. On s'est borné, *comme d'usage*, à dire qu'elle valait bien mieux que celle que nous avons imaginée nous-même et réalisée.

» 6° Nous voici enfin en présence d'un passage où l'auteur laisse entrevoir toutes ses vues, dont il n'avait jusqu'ici laissé échapper qu'une partie. Il faut le lire, ce passage ! Car il est très-propre à montrer ce que les projets qu'on poursuit ont d'irréalisable et de peu pratique.

» Supposons-nous par la pensée installés depuis plusieurs années dans l'Observatoire de Fontenay-aux-Roses, déjà célèbre : nous sommes tous plus vieux de dix années et l'on a travaillé assidûment avec des instruments d'une précision aussi irréprochable que celle des observateurs qui les réclament ; on a déterminé et redéterminé les positions des étoiles fondamentales. Voilà enfin l'Astronomie établie sur des bases sérieuses, vous le croyez du moins ! Eh bien, détrompez-vous, vous ne serez pas plus avancés que vous ne l'êtes aujourd'hui ! Et voici en quels termes on vous l'explique et on vous le signifie :

« En effet, dit-on, bien que la partie accidentelle des erreurs dues aux » influences locales s'élimine de la moyenne d'un grand nombre d'observa- » tions, il faut cependant reconnaître que cette moyenne devra conserver » des traces des influences prédominantes : l'accord dans les moyennes » partielles de plusieurs années d'observations, s'il existe, prouvera sim- » plement que la cause prédominante a agi avec la même efficacité. Com- » ment donc s'assurer du degré de précision obtenu ? Je n'aperçois d'autre » solution de ce problème, que celle qui consiste à faire exécuter le même » genre d'observations dans une autre localité, aussi différente que possible » de la première au point de vue des circonstances atmosphériques et lo- » cales. La précision des instruments, des méthodes et l'exactitude des » observateurs devraient être égales des deux côtés. »

» Ainsi donc, eût-on obtenu à Fontenay-aux-Roses le même résultat

identiquement chaque année et pendant vingt ans, on ne sera sûr de rien, sinon d'avoir déterminé un nombre affecté de l'erreur due à l'influence de la localité. Il faudra tout aller recommencer ailleurs. Et comme, en vertu de la théorie de l'influence locale, le résultat pourra différer de celui de Fontenay-aux-Roses, il faudra tout reprendre dans un troisième Observatoire, sans être encore certain de parvenir à rien décider entre les résultats fournis par les deux premiers. Et tout cela pour ce petit quart de seconde!

» On déclare, du reste, qu'on ne veut pas des instruments actuellement existants à l'Observatoire; qu'il en faudra faire de nouveaux pour les nouveaux établissements, et là nous semble se trouver le terrain de la solution. Nous allons le jalonner rapidement.

» Les résultats obtenus aujourd'hui à l'Observatoire de Paris ne diffèrent de ceux de Greenwich que de quantités sans importance. Veut-on cependant s'occuper de ces minimes écarts, ainsi que nous l'avons déjà fait plus qu'on ne croit et plus que nous n'avons dit? Et en ce cas, qu'y aurait-il à pratiquer?

» Puisqu'on ne doit rien emprunter à l'Observatoire de Paris et qu'on ne fera aucun usage de ses instruments, le gros bon sens crie qu'il faut provisoirement laisser l'établissement intact.

» D'un autre côté, puisqu'en supposant un Observatoire organisé à Fontenay, il n'en faudra pas moins exiger l'exécution d'un travail identique dans le Midi, à Marseille, par exemple, le bon sens dit encore qu'il faut commencer par cet Observatoire du Midi. Car si l'on y trouve les mêmes résultats que ceux que nous avons obtenus à Paris, en quoi eût-il été nécessaire d'aller s'installer à Fontenay?

» Toutes ces déductions me semblent empreintes de la logique la plus évidente et la plus élémentaire; mais, on le voit, on est toujours ramené vers l'Observatoire du Sud que nous avons fondé en 1862, et dont nous souhaitons ardemment le développement. »

ASTRONOMIE. — *Réponse à la communication verbale faite par* M. Le Verrier, *dans la dernière séance, partiellement reproduite au* Compte rendu (1); *par* **M. Yvon Villarceau.**

« Dans cette communication, notre confrère a prétendu déduire du Mémoire de M. Auwers la conclusion que son Catalogue des 306 étoiles

(1) Séance du 6 janvier 1868.

fondamentales occupe, par sa précision, l'un des premiers rangs parmi les catalogues modernes.

« Il ne restera donc rien, dit M. Le Verrier (p. 28), de cette allégation » imprudente, portée devant l'Académie, qu'*on ne pourrait pas déterminer* » *les étoiles fondamentales à l'Observatoire de Paris.* »

» J'ai le devoir d'édifier l'Académie sur la manière dont M. Le Verrier interprète, au profit de la cause qu'il soutient, les chiffres empruntés au travail de M. Auwers, et sur lesquels il appuie ses conclusions. Je vais montrer que cette interprétation est fausse, qu'elle repose sur une lecture incomplète du Mémoire dont la conclusion est absolument opposée à celle qu'en a déduite notre confrère. M. Auwers, en effet, rejette le Catalogue de M. Le Verrier, comme ne lui présentant pas de garanties d'exactitude suffisantes.

» M. Auwers, Membre de l'Académie de Berlin, est l'auteur de deux Mémoires considérables sur les déclinaisons des étoiles fondamentales. En raison de l'importance de ce travail, le Bureau des Longitudes l'a fait traduire et en a publié la traduction dans les *Additions à la Connaissance des Temps pour* 1868.

» M. Auwers ayant entrepris de former un Catalogue normal des déclinaisons des étoiles fondamentales, a recueilli toutes les déterminations de ces déclinaisons qu'il a pu se procurer, depuis Bradley jusqu'à l'époque la plus récente. Après avoir soumis à une discussion approfondie les 29 catalogues dont il disposait, il a jugé ne pouvoir employer que 15 d'entre eux à la formation de son Catalogue normal. Voici en quels termes l'auteur s'exprime à ce sujet (1) :

« La condition d'*exactitude* et d'indépendance par rapport à des déter- » minations étrangères m'a paru être remplie surtout par les déclinaisons » de : Bessel, pour 1820 ; Pond, d'après la rédaction d'Olfusen, pour 1822 ; » Struve, Argelander, Johnson (Sainte-Hélène); Henderson, 1833 (Cap); » Busch, Henderson, 1835-39 et 1841-43 (Édimbourg); Airy, pour 1840; » Bessel, 1843; Airy, 1845; Maury, 1845-50 (Cercle mural); Laugier et » Airy, 1860. »

» Dans cette énumération ne figure pas le Catalogue de M. Le Verrier. Le cas est grave pour notre confrère : comment faire dire à M. Auwers, qui exclut le Catalogue Le Verrier de la liste des documents *exacts* et indépen-

---

(1) *Additions à la Connaissance des Temps pour* 1868, p. 87.

dants, que ce même catalogue tient le PREMIER RANG entre tous les autres par sa précision? Le procédé est simple : la *Connaissance des Temps* à la main, on prend, aux pages 112, 113 et 116, les deux tableaux que je reproduis ici :

CATALOGUES *employés* à la formation du Catalogue normal.	ÉTOILES de Maskeline	NOMBRE	ÉTOILES du Nord.	NOMBRE	CATALOGUES *non employés* à la formation du Catalogue normal.	ÉTOILES de Maskeline	NOMBRE	ÉTOILES du Nord.	NOMBRE
Bessel 1820........	±0″,297	33	±0″,304	9	Piazzi............	±0″,898	34	±1″,508	9
Pond-Olfusen.....	0,388	31	.....	.	Bessel 1815........	1,551	34	.....	.
Struve............	0,307	32	0,231	9	Gauss............	0,549	32	.....	.
Argelander........	0,238	32	0,288	9	Schwerd........	0,484	33	0,502	8
Johnson...........	0,481	29	.....	.	Pond............	0,416	34	0,238	9
Henderson (Cap)...	0,278	34	.....	.	Taylor 1832.......	0,822	33	0,932	9
Busch..........	0,451	33	0,756	9	Lamont...........	0,389	28	0,400	4
Henderson (Ed.)...	0,415	32	0,218	9	Airy C...........	0,464	34	0,304	9
Airy 1840.........	0,315	34	0,244	9	Johnson 1845......	0,736	32	0,529	9
Bessel 1843........	0,358	33	.....	.	Taylor 1845.......	0,444	31	0,572	9
Airy 1845.........	0,269	34	0,159	9	Airy 1850.........	0,416	34	0,238	9
Maury............	0,388	34	0,403	9	Moesta...........	0,689	19	.....	.
Laugier..........	0,509	32	0,356	9	Johnson 1860......	0,875	31	0,822	9
Airy 1860......	0,332	34	0,263	9	Le Verrier.........	0,294	34	0,221	9

» On en met quelques nombres sous les yeux de l'Académie et l'on dit : Ces nombres sont les *erreurs moyennes d'une étoile* prises dans les divers catalogues; il est donc clair que l'Observatoire de Paris tient le premier rang.

» Malheureusement, la signification précise de ces nombres est donnée en bon français, à la page 112 des *Additions à la Connaissance des Temps;* ces nombres expriment les erreurs moyennes d'une déclinaison *réduite*, c'est-à-dire d'une déclinaison préalablement dépouillée de la partie *systématique* des erreurs du catalogue, de cette partie systématique qui a fait rejeter le Catalogue Le Verrier.

» M. Auwers, après avoir évalué la précision de tous les documents, et fait, ainsi qu'il vient d'être déjà dit, un choix des catalogues les plus exacts, en déduit les déclinaisons des étoiles fondamentales. Il traite à part des deux genres d'erreurs qui affectent les déterminations. Les unes, dites *erreurs accidentelles*, s'éliminent d'autant plus complétement que le nombre des observations est plus considérable; les autres, d'une nature beaucoup plus dangereuse et que le nombre des observations ne peut pas atténuer,

sont les *erreurs systématiques*. C'est la petitesse de ces dernières qui constitue pour M. Auwers le critérium de la précision d'un catalogue.

» Les tableaux insérés aux pages 82, 83, 84 et 85 présentent les erreurs systématiques des divers catalogues, de 4 en 4 degrés de distance polaire. On y voit les erreurs systématiques du Catalogue Le Verrier croître de $-0'',65$ à $+0'',67$ entre les limites $+70$ degrés et -30 degrés de déclinaison. Telles sont les erreurs qu'il faut joindre aux erreurs moyennes dont a parlé M. Le Verrier, pour obtenir les erreurs résultantes des positions du Catalogue.

» Ainsi se trouve expliquée l'exclusion faite par M. Auwers du Catalogue Le Verrier de la liste des catalogues suffisamment exacts et indépendants. Ainsi se trouve établi que la preuve donnée par M. Le Verrier, de la supériorité de son Catalogue des déclinaisons des étoiles fondamentales, repose sur une interprétation erronée des nombres empruntés au Mémoire de M. Auwers.

» Je viens de rétablir dans sa rigoureuse vérité le résultat des recherches de M. Auwers. Ce résultat pouvait être méconnu de M. Le Verrier ; il n'était pas ignoré des astronomes étrangers. Le dernier Bulletin de la Société Astronomique allemande (1) contient un compte rendu très-détaillé, par M. Förster, du système de discussion, suivi par M. Le Verrier, dans la recherche des corrections de son Catalogue de fondamentales. Je ne m'associe pas complétement à toutes les critiques produites par l'éminent Directeur de l'Observatoire de Berlin ; mais je crois utile de faire connaître la conclusion de son travail, la voici (2) :

« Quoique, parmi le grand nombre des positions primitivement adoptées
» pour les fondamentales, plusieurs aient dû recevoir, en vertu des obser-
» vations, des corrections parfaitement certaines, on ne peut cependant, à
» raison des remarques précédentes, attribuer que *d'une manière très-con-*
» *ditionnelle* au nouveau Catalogue le nom de *Catalogue de fondamentales*. »

» M. Förster signale le caractère purement graphique du procédé suivi à l'Observatoire de Paris, dans la discussion des distances polaires des étoiles fondamentales (3), « procédé qui serait bon pour rattacher à un système préé-
» tabli de fondamentales un grand nombre de positions d'étoiles non fonda-
» mentales, mais qui, *bien certainement, ne peut conduire à un perfectionnement*

---

(1) *Vierteljarsschrift der Astronomischen Gesellschaft*, octobre 1867.

(2) *Vierteljarsschrift der Astronomischen Gesellschaft*, octobre 1867, p. 268.

(3) *Vierteljarsschrift der Astronomischen Gesellschaft*, p. 264.

» *rationnel de ce Catalogue*. Il faut donc bien se persuader que les correc-
» tions des positions de fondamentales ainsi obtenues ne doivent pas être
» considérées comme un acheminement vers de nouvelles déterminations
» absolues, mais comme ne faisant qu'ajouter aux valeurs préalablement
» adoptées les erreurs particulières à l'instrument que l'on a employé. »

» M. Förster expose comment il convient, suivant lui, de procéder à la détermination des distances polaires des fondamentales, et remarque que l'on a fait tout le contraire à Paris. Il ajoute (1) : « La cause de ce *renverse-*
» *ment de l'ordre logique* de la discussion ne peut se trouver que dans la
» *rareté des observations nadirales* (2) *à Paris*, rareté qui s'explique elle-même
» par l'existence de NOMBREUX OBSTACLES EXTÉRIEURS (à l'Observatoire). »

» Voilà donc un savant étranger qui, *sans idée préconçue*, sans aucun motif personnel, se trouve conduit par la seule discussion des faits consignés dans nos Annales, à la conclusion que j'ai moi-même énoncée : l'impossibilité de déterminer actuellement les fondamentales à l'Observatoire de Paris.

» L'Académie estimera sans doute que je puis clore ici cette discussion déjà trop longue. L'examen attentif des faits, l'énonciation exacte des opinions de savants très-autorisés, m'ont permis de justifier le motif le plus grave que j'avais donné de la nécessité de la translation de l'Observatoire hors de Paris. M. Le Verrier pourra essayer de démontrer qu'il est possible de déterminer actuellement à Paris les constantes de l'aberration et de la nutation ; il pourra interpréter, comme il l'a déjà fait, les opinions des astronomes étrangers : je crois inutile de le suivre désormais dans cette voie. Un observatoire, dont les savants des autres nations disent qu'il y est impossible de déterminer les fondements de l'Astronomie, doit se régénérer ou périr.

» En énonçant franchement devant l'Académie une opinion que je crois fondée et que partagent mes collègues de l'Observatoire, je n'attaque en rien, ni les astronomes, ni les habiles constructeurs de notre pays. Nos artistes construisent aujourd'hui de grands et puissants instruments pour l'étranger. Je demande que ces artistes soient chargés de nous doter des instruments dont nous avons besoin pour la détermination correcte des positions des étoiles fondamentales ; je demande en outre que ces appareils

---

(1) *Vierteljarsschrift der Astronomischen Gesellschaft*, p. 263.

(2) Ce sont les observations que l'on fait à l'aide du bain de mercure.

soient installés dans des conditions où nous puissions utilement en faire usage.

» Ce n'est pas en dissimulant les périls de notre situation scientifique que nous servirions loyalement et la science et notre patrie. Ces périls, les étrangers ne les ignorent pas; notre devoir est d'aviser à les détourner. »

ASTRONOMIE. — *L'Observatoire impérial, sa situation et son avenir; par* **M. Le Verrier**. [Quatrième Note (1).]

« Après avoir établi, dans la séance précédente, que les Catalogues des étoiles fondamentales résultant de nos observations ont toute la précision désirable, nous avions demandé la parole aujourd'hui pour étendre notre examen à la détermination de certaines constantes. Avant d'aborder ce sujet, nous allons répondre aux reproches dénués de vérité qu'on vient d'adresser à notre Catalogue des distances polaires, ou, ce qui revient au même, des déclinaisons des étoiles.

» Nous avions d'abord, lundi dernier, considéré les ascensions droites comme il est de règle, et cette partie de notre examen a été imprimée dans le dernier numéro de nos *Comptes rendus*, p. 21. On ne lui adresse aucun reproche, et la vivacité avec laquelle on vient de traiter le Catalogue des déclinaisons montre bien qu'on ne s'abstient pas en face des ascensions droites par un motif de ménagement. Nous regrettons presque cette abstention, car nous eussions pu soutenir la discussion étoile par étoile, au grand avantage de notre Catalogue, dont l'excellence serait ainsi devenue de plus en plus manifeste. Mais, ainsi que nous l'avons dit, si l'on a formulé en termes généraux des critiques qu'on étendait à tout, on l'a fait sans avoir aucun travail personnel à l'appui entre les mains; et c'est pourquoi, laissant là l'examen des ascensions droites, *qui est imprimé*, on se jette sur celui des déclinaisons *avant qu'il ait paru*, en empruntant purement et simplement quelques objections à un étranger.

» Nous avons dit que la *Connaissance des Temps* a reproduit un travail de M. Auwers, dans lequel les Catalogues des déclinaisons des étoiles, publiés par divers Observatoires, sont comparés à un Catalogue *normal* déduit de l'ensemble des données; et nous avons montré que, d'après l'auteur

(1) L'Académie a décidé que cette communication, bien que dépassant les limites réglementaires, serait reproduite en entier au *Compte rendu*.

de ce travail, la précision moyenne d'une observation, dépouillée des erreurs systématiques provenant de diverses causes, est la même pour les cinq Catalogues de Bessel (Kœnigsberg), d'Argelander (Bonn), de Struve (Dorpath), d'Airy (Greenwich, 1845), et pour le Catalogue de Paris. Le Catalogue de Greenwich repose sur douze années d'observations, et celui que M. Auwers a employé pour Paris ne repose que sur six années.

» On ne fait point objection à cette exactitude individuelle, si nous avons bien entendu, mais on nous reproche de n'avoir pas parlé de la partie des erreurs systématiques, sur laquelle, assure-t-on, le résultat serait tout différent. L'assurance avec laquelle est produite cette nouvelle assertion n'empêche pas qu'elle soit complétement inexacte, comme on va en juger, en considérant les tableaux des erreurs systématiques dressés par M. Auwers pour les cinq mêmes Observatoires, et que nous allons emprunter à la *Connaissance des Temps*.

» Nous ne nous y étions point arrêté dans la dernière séance, non-seulement pour ne pas étendre outre mesure une communication déjà trop longue, mais parce que le travail de M. Auwers n'a pas été exécuté de façon à permettre de juger des erreurs locales qu'on veut aujourd'hui mettre en évidence. En ce qui concerne notre Catalogue même, M. Auwers s'arrête à la déclinaison 70 degrés nord, reconnaissant d'ailleurs qu'il n'a pas construit la table de comparaison de telle façon qu'elle puisse *prétendre à une grande exactitude* (p. 78). L'insuffisance est surtout évidente à partir de 58 degrés de déclinaison nord, où l'on voit les écarts grandir à mesure qu'on approche du pôle, tandis que le soin que nous avons mis à déterminer la polaire exclut une pareille marche de nos écarts. Nous avons donc déterminé nous-même avec soin ces écarts à partir de 54 degrés de distance polaire jusqu'à 70 degrés, terme auquel s'est arrêté M. Auwers; nous nous sommes trouvé d'accord avec lui jusqu'à 58 degrés, mais au delà les écarts sont moindres. Au pôle même la correction serait $-0'',26$.

» Voici le tableau, dressé par M. Auwers, des écarts systématiques des cinq Catalogues considérés par rapport au Catalogue normal. Nous remplaçons seulement les nombres donnés pour notre Catalogue et pour les déclinaisons 62, 66 et 70 degrés, nombres qui, suivant l'auteur, n'avaient pas une grande exactitude, par les nombres que nous avons déterminés. Nous nous arrêtons d'ailleurs à la déclinaison sud 22 degrés, ainsi que le fait le Catologue de Dorpath, afin d'avoir pour les cinq séries les mêmes termes de comparaison.

Corrections systématiques à appliquer aux déclinaisons des cinq Catalogues considérés pour les ramener à celles du Catalogue dit NORMAL.

Déclinaison.	Bessel.	Struve.	Argelander.	Airy (1845).	Paris.
90°	— 0",26	— 0",30	— 0",10	+ 0",39	— 0",26
86	— 0,05	— 0,14	— 0,01	+ 0,13	»
82	+ 0,13	— 0,01	+ 0,05	— 0,03	»
78	+ 0,37	+ 0,16	+ 0,17	— 0,25	»
74	+ 0,45	+ 0,16	+ 0,15	— 0,26	»
70	+ 0,52	+ 0,12	+ 0,13	— 0,23	— 0,48
66	+ 0,57	+ 0,04	+ 0,09	— 0,16	— 0,41
62	+ 0,60	— 0,06	+ 0,03	— 0,14	— 0,38
58	+ 0,61	— 0,17	— 0,04	— 0,14	— 0,33
54	+ 0,60	— 0,27	— 0,11	— 0,16	— 0,25
50	+ 0,59	— 0,32	— 0,16	— 0,19	— 0,16
46	+ 0,53	— 0,35	— 0,25	— 0,24	— 0,13
42	+ 0,52	— 0,32	— 0,29	— 0,19	— 0,06
38	+ 0,50	— 0,30	— 0,34	— 0,06	+ 0,01
34	+ 0,51	— 0,27	— 0,36	+ 0,15	+ 0,11
30	+ 0,47	— 0,30	— 0,42	+ 0,23	+ 0,12
26	+ 0,46	— 0,32	— 0,45	+ 0,27	+ 0,19
22	+ 0,47	— 0,36	— 0,46	+ 0,27	+ 0,23
18	+ 0,50	— 0,41	— 0,45	+ 0,27	+ 0,25
14	+ 0,49	— 0,53	— 0,47	+ 0,27	+ 0,21
10	+ 0,49	— 0,65	— 0,49	+ 0,28	+ 0,08
6	+ 0,55	— 0,74	— 0,49	+ 0,30	— 0,02
2	+ 0,57	— 0,82	— 0,51	+ 0,35	— 0,04
— 2	+ 0,65	— 0,88	— 0,53	+ 0,33	— 0,05
— 6	+ 0,79	— 0,94	— 0,55	+ 0,27	— 0,03
— 10	+ 0,87	— 1,01	— 0,61	+ 0,22	— 0,01
— 14	+ 0,95	— 1,04	— 0,66	+ 0,20	+ 0,04
— 18	+ 1,10	— 1,01	— 0,67	+ 0,12	+ 0,09
— 22	+ 1,28	— 0,92	— 0,67	+ 0,04	+ 0,15

» Pour juger ces écarts et les comparer, il faut considérer deux choses : *premièrement*, la moyenne de leurs valeurs absolues ; *secondement*, la plus grande variation de l'écart dans chacun des Catalogues. Voici les erreurs qu'on trouve ainsi :

	Moyenne des valeurs absolues des écarts.	Variation maximum de l'écart.
Bessel	0",63	1",54
Struve	0,51	1,20
Argelander	0,38	0,84
Greenwich	0,21	0,65
Paris	0,16	0,73

» La moyenne des valeurs absolues des écarts est la plus petite pour Paris et Greenwich. Il en est de même pour la variation maximum de l'écart. Les petites différences 0",05 et 0",08, qui apparaissent l'une à l'avantage de Paris, l'autre à l'avantage de Greenwich, sont, faut-il le répéter, de ces quantités insignifiantes auxquelles un homme sérieux ne s'arrête pas; et pour le montrer encore ici, il nous suffira de dire que si, au lieu de considérer le seul Catalogue de 1845 de Greenwich, on prenait les trois Catalogues de 1840, 1845 et 1860, l'amplitude de l'erreur systématique s'élèverait, pour l'ensemble de ces trois Catalogues, à 0",78, quantité plus forte de 0",05 que pour Paris. Que notre collègue de Greenwich nous pardonne de nous arrêter à de telles *vétilles;* ce n'est pas dans notre caractère, mais nous sommes forcé de suivre l'adversaire sur son étroit terrain.

» Voilà donc encore une question réglée, et nous pourrions en rester là. Car si nul Catalogue n'offre une erreur accidentelle moindre que le nôtre, et s'il en est de même pour l'erreur systématique, qu'importent les objections de détail? Elles sont nécessairement dénuées de fondement. Répondons-y cependant en peu de mots.

» M. Auwers, pour former son Catalogue normal, a employé, dit-il, les Catalogues qui lui avaient paru surtout remplir des conditions d'exactitude et d'indépendance par rapport à des déterminations étrangères. Or il a laissé de côté, dans cette partie de son travail, les Catalogues de Bessel (1815), Airy (1850),..., etc., et celui de Paris, qui était à sa disposition, mais fondé sur six années seulement de nos observations. Ce fait est, pour l'auteur des objections, la cause d'une satisfaction sans égale et bien étrange : car est-ce donc à lui qu'il appartenait de faire ces efforts infructueux pour déprécier injustement les travaux de notre établissement national?

» Il est en ce moment clair pour tout le monde que ce n'est pas à cause du manque d'exactitude de notre Catalogue que l'auteur allemand ne l'a point employé dans la première partie de son travail. Il résulte, en effet, des

comparaisons mêmes qu'il a établies, que ce Catalogue doit être placé au premier rang. Le motif de son abstention sera plutôt venu de ce qu'il n'avait que six années d'observations entre les mains, et qu'il aura bien vu que, n'ayant publié jusque-là que des réductions annuelles, nous nous proposions, comme nous le disions il y a peu de temps, de reprendre le calcul avec toutes les données dont nous disposons aujourd'hui.

» Mais, reprend-on, si le Catalogue de Paris est exact, nous pouvons croire au moins qu'il n'est pas complétement indépendant des déterminations étrangères.

» Nous répondrons d'abord que le fait, s'il était vrai dans une certaine limite, ne nous inquiéterait que fort peu, et que nous en conviendrions sans difficulté, n'étant pas de ceux qui s'imaginent qu'on doit reprendre à tout instant et traiter à nouveau toute l'Astronomie, sans tenir compte des bons travaux des devanciers.

» Nous ajouterons que les objections qu'on apporte contre le mode de réduction ont été formulées par nous-même, et qu'elles ont été indiquées par nous à notre contradicteur présent. Qu'elles ont été reconnues insignifiantes et qu'on a passé outre.

» Nous l'avons déjà dit, nous avons en 1854 commencé par constituer un Catalogue provisoire de déclinaisons empruntées aux sources les plus sûres et surtout au Catalogue de Greenwich pour 1845; et nous n'avions pas mal choisi, puisqu'on reconnaît la supériorité de ce Catalogue. Mais il n'est pas moins vrai que nous avons appliqué aux positions des étoiles, une par une, les minimes modifications résultant de nos propres observations. La position du pôle en particulier, c'est-à-dire le point de départ, a été traitée spécialement, sans rien emprunter à personne. Aussi, tandis que dans le Catalogue de Greenwich 1845, notre point de départ, la correction de l'étoile polaire serait, d'après M. Auwers, $+ 0'',39$, cette même correction serait dans le Catalogue de Paris $- 0'',26$, nombres qui, on le voit, sont très-minimes tous les deux et n'ont aucune espèce de rapport.

» Il n'y a dans tout ceci qu'une seule chose démontrée pour nous. On a fait pénétrer à l'étranger cette unique objection des trépidations du bain de mercure, autour desquelles on veut tout faire graviter. Nous avions dit que ce bain n'était indispensable que pour la détermination de la latitude terrestre, et qu'une fois cet élément déterminé on pouvait se passer de l'appareil. Après trois semaines de réflexion, on fait cette

réponse que le bain de mercure est aussi nécessaire dans la détermination des déclinaisons.

» Ce nouvel argument n'est pas valable. Le bain de mercure ne sert en effet que comme un point fixe par rapport auquel on puisse se repérer. Or il est possible d'établir ici, et avec la plus grande facilité, un ou plusieurs points fixes servant de repères, d'une observation toujours plus commode que celle du bain de mercure, cette sorte de *fétiche* auquel on veut tout subordonner, dont on peut assurément faire usage, mais dont on peut aussi plus commodément se passer pour tout ce qui concerne les distances polaires des astres. Le point de départ étant le pôle, la verticale du lieu n'a rien à voir dans la question.

» Ainsi donc l'objection, si elle avait eu une importance sérieuse, eût tenu au mode des opérations et point du tout à la situation de l'Observatoire de Paris, *la seule chose en question en ce moment*. Nous ne nous laisserons pas détourner de cet objet principal par une discussion sur les méthodes, discussion qu'on reprendra ultérieurement s'il est nécessaire.

» Nous ne ferons plus qu'une remarque sur ce même sujet. Lorsque, dans l'intérêt de la Géodésie française, l'Observatoire de Paris a mesuré la latitude géographique d'une dizaine de stations, l'Astronome qui était chargé du travail a rapporté ses opérations à un système d'étoiles dont il nous a demandé la détermination au Cercle de Gambey. Si donc les déclinaisons de nos étoiles fondamentales n'avaient pas pu être déterminées d'une manière suffisante, les latitudes qu'on en a déduites n'auraient pas de valeur, et surtout les conclusions qu'on a tirées de leur discussion pourraient être suspectées. En sorte qu'en défendant ici notre Catalogue des déclinaisons, nous défendons en même temps le travail d'un Astronome qui, chose singulière, ne néglige rien pour diminuer la considération que ce travail mérite.

» On a dit, en terminant, qu'on nous laisserait établir, sans contradiction, qu'il était possible de bien déterminer à l'Observatoire de Paris les valeurs de certaines constantes astronomiques, notamment celle de l'aberration. Cette déclaration est une précaution, empreinte de prudence pour cette fois. Lorsqu'en effet il est établi que nos Catalogues, et en particulier celui des ascensions droites, sont parfaitement précis, il n'est pas difficile de comprendre que les constantes dont il a fallu faire usage pour la réduction des observations peuvent elles-mêmes en être déduites avec exactitude. Nous allons en donner un exemple en ce qui concerne l'aberration.

Détermination de la constante de l'aberration.

» On sait qu'on a recours à l'étoile polaire pour déterminer l'orientation de la lunette méridienne. Si la position de cette étoile est mal connue, il en résulte dans l'orientation de la lunette une erreur correspondante, qui change de signe suivant qu'on considère le passage supérieur ou le passage inférieur de la polaire. De là résulte le moyen d'obtenir la valeur exacte de l'ascension droite apparente de la polaire à un jour donné de l'année.

» La position ainsi obtenue est empreinte de tout l'effet de l'aberration ; et si l'on ne dispose que d'observations faites dans un seul mois, en mars par exemple, il n'est pas possible d'en conclure la partie de l'ascension droite apparente obtenue et qui représente l'aberration. Mais l'amplitude du phénomène va en changeant avec l'époque de l'année, et tandis que le maximum de l'aberration s'ajoute à une certaine époque à l'ascension droite de la polaire, six mois plus tard il se retranche. En cherchant donc à faire coïncider les divers résultats de l'année, l'aberration elle-même se trouve déterminée. Nous avons appliqué ce mode de calcul à nos observations méridiennes de 1856, 1857, 1858 et 1859, et voici les résultats que nous avons obtenus pour la constante de l'aberration annuelle.

	NOMBRE DES PASSAGES de la Polaire (1)		
Années.	Supérieurs.	Inférieurs.	Aberration.
1856.	68	71	20",37
1857.	51	49	20,38
1858.	55	60	20,36
1859.	54	59	20,33
		Résultat moyen.....	20,36

(1) Afin de montrer les singulières opinions qu'on est parvenu à répandre, M. Le Verrier dit à l'Académie que dernièrement, en présence d'un de nos confrères, un honorable Vice-Amiral lui demanda tout à coup pourquoi il s'opposait au déplacement de l'Observatoire, puisqu'il était constant qu'on n'y pouvait pas voir la Polaire. Il répondit qu'il allait présenter à l'Académie un travail appuyé sur les observations de cette étoile. D'ailleurs comment voulait-on qu'avec des instruments qui permettent d'observer chaque jour des astres de 13e grandeur, il fût impossible d'observer la Polaire, une étoile de deuxième grandeur, que chacun voit parfaitement à l'œil nu en traversant la place de la Concorde, beaucoup mieux éclairée assurément que ne l'est l'Observatoire ? Ces raisons persuadèrent-elles l'honorable interlocuteur ? On n'en saurait répondre.

» La constance de ce résultat, d'année en année, est remarquable.

Struve a déduit de l'observation des étoiles.............	20″,445
Delambre a déduit de la vitesse de la lumière obtenue par les éclipses des satellites de Jupiter.................	20,255

» En ce moment même, on discute sur ces deux limites, et il y a lieu de croire que l'emploi des objectifs augmenterait la constante apparente de l'aberration, ce qui aurait influencé le résultat obtenu par Struve.

» Quoi qu'il en soit, le nombre 20″,36, déduit des observations de Paris et compris entre les deux limites ci-dessus, est parfaitement exact. La constante de l'aberration se peut donc obtenir en fait par nos observations; et il n'est pas douteux, par conséquent, qu'il en serait de même de la constante de la nutation. Seulement, comme la période est, dans ce dernier cas, égale à celle de la révolution des nœuds de la Lune, 19 ans, il en résulte qu'il faudrait considérer simultanément au moins les treize années d'observations dont nous disposons.

» Mais, dira-t-on, pourquoi n'avoir pas alors calculé ces constantes avec vos observations? Par une raison fort simple. Ces constantes ont été bien déterminées avant nous, et nous n'estimons pas que chaque astronome doive reprendre la science *à priori* comme si rien n'avait été fait jusque-là. Chacun de nous, nous ne cesserons pas de le répéter, doit prendre la science où elle en est, et chercher à aller en avant s'il le peut. Ce n'est pas en s'arrêtant à couper en deux des centièmes de seconde, sans se préoccuper du *cui bono,* qu'on fera faire aujourd'hui des progrès à la science. Il y a de bien autres questions qui se révèlent chaque jour, et qui menacent l'astronomie des plus sérieux embarras. C'est à ces problèmes et non à des minuties que doivent s'attaquer aujourd'hui les astronomes.

» Résumons les résultats acquis dans la discussion :

» Les grands souvenirs qui s'attachent à l'Observatoire de Paris, fondé avec l'Académie, *suffiraient*, suivant ARAGO, *dans tout pays pénétré de l'amour éclairé des sciences pour sauver cet établissement contre toute pensée de destruction.*

» L'idée, la convenance et l'utilité de déplacer l'Observatoire de Paris furent examinées avec soin en 1854, combattues par le Préfet de la Seine et écartées.

» Le Président du Conseil municipal de la ville de Paris nous a déclaré, dans la séance du 23 décembre dernier, que ce Conseil n'est pas plus d'avis de la destruction de l'Observatoire en 1867 qu'en 1854.

» Notre plus grand ennemi, à Paris, c'est l'état météorologique du ciel. Cet inconvénient tient à la vallée de la Seine et serait par conséquent le même en tout lieu voisin de la capitale.

» Ce nonobstant, nous parvenons à observer avec plus de succès qu'ailleurs les petites planètes les plus faibles et dont l'éclat descend jusqu'à la 13e grandeur (102 contre 33). C'est un résultat dont on peut se tenir pour satisfait.

» A l'égard des lumières, on a reconnu qu'avec des précautions convenables, on pourra se garantir contre leur action.

» Les trépidations du sol ne gênent que pour la détermination de la latitude géographique. L'opération n'en a pas moins été faite exactement. Si l'on tenait à la vérifier, il faudrait simplement aller la répéter sur un point de la plaine voisine.

» Les positions des astres s'obtiennent, d'ailleurs, à l'Observatoire actuel avec toute la précision nécessaire. Nos Catalogues jouissent de la plus grande exactitude. Les constantes des théories se peuvent déterminer sans difficulté.

» Si l'on tenait à vérifier quelque nombre sous un climat différent, on peut le faire de suite, à Marseille, sans dépenser pour cela des millions dont on trouvera un bien meilleur emploi scientifique.

» En conséquence :

» La plus grande partie des travaux suivis jusqu'ici à l'Observatoire de Paris peuvent y être continués avec succès, et l'on peut en entreprendre beaucoup d'autres dans le même lieu.

» Il ne faut pas détruire notre établissement national, mais transférer seulement sous un ciel plus pur l'observation des phénomènes doués d'un très-faible éclat.

» On ne gagnerait rien, ou presque rien, en s'en allant à quelques kilomètres de Paris, ou même ailleurs, dans la vallée de la Seine.

» C'est dans le midi de la France qu'il fallait se transporter, et c'est là en effet qu'a été établie la succursale de Marseille. »

« **M. Yvon Villarceau** déclare n'avoir rien à ajouter aux considérations qu'il a présentées sur la nécessité du transfert de l'Observatoire. »

ÉLECTRO-CHIMIE. — *Quatrième Mémoire sur les appareils électro-capillaires, la mesure des espaces capillaires et les effets chimiques qui s'y produisent;* *par* **M. Becquerel.** (Extrait.)

« Ce Mémoire est composé de deux chapitres : le premier traite des perfectionnements apportés à la construction des appareils électro-capillaires et de la mesure des espaces capillaires; le deuxième chapitre, des effets de réduction obtenus dans les nouveaux appareils, et particulièrement de la réduction et de la séparation des métaux qui se trouvent dans une dissolution.

» Les actions électro-capillaires sont celles qui se manifestent entre une dissolution métallique contenue dans un vase fêlé et une dissolution de monosulfure, dans laquelle plonge le vase; elles ont pour résultat la réduction du métal dans la fêlure et sur la paroi intérieure du vase qui contient la dissolution métallique qui se trouve dans la première dissolution.

» Après avoir démontré la difficulté que l'on éprouve à opérer toujours dans les mêmes conditions, avec les appareils décrits dans le Mémoire précédent, difficulté qui tient à l'inégale largeur de toutes les parties d'une fissure d'un tube ou d'un vase fêlé, les unes étant trop larges, les autres trop étroites; il en résulte que souvent il n'y a qu'une faible partie de la fissure qui concourt à la production des effets électro-capillaires.

» On obvie à cet inconvénient, en disposant des appareils de telle sorte que l'ouverture des espaces capillaires ait partout la même étendue; voici comment sont établis ces appareils.

» Deux lames de verre superposées, de peu de largeur, pour éviter les surfaces gauches autant que possible, lesquelles nuisent à la régularité de l'espace capillaire, sont placées verticalement. Ces lames sont tenues jointives et pressées plus ou moins l'une contre l'autre, soit avec des fils, soit avec des tiges de caoutchouc durci pourvues de vis. A la partie supérieure de ces lames est fixé, avec du mastic, un petit réservoir en verre, dans lequel on verse le liquide que l'on veut introduire dans l'espace capillaire compris entre les deux lames de verre. Cet appareil, auquel on a fait plusieurs additions, constitue le premier système; le deuxième système se compose également de deux lames de verre superposées, mais placées horizontalement; la lame supérieure, qui a au moins 1 centimètre d'épaisseur, est percée au milieu, de part en part, d'une ouverture circulaire de 4 ou 5 millimètres de diamètre, pour y introduire le liquide qui doit remplir constamment l'espace capil-

laire entre les lames. Les lames sont maintenues jointives avec les mêmes moyens que pour le premier système, et qui permettent de les rapprocher plus ou moins. On adapte quelquefois à cette ouverture, avec du mastic, un tube de verre de plusieurs centimètres de long, afin que la colonne liquide exerce une pression plus ou moins forte sur la portion de ce liquide qui occupe l'espace capillaire. On fait cette addition surtout quand les lames sont très-rapprochées, cas où l'introduction des liquides est difficile; ce système a l'avantage de rendre uniforme l'action des deux dissolutions l'une sur l'autre.

» Enfin, on interpose quelquefois entre les lames une bande de papier à filtrer, qui rend plus uniforme encore la distribution du liquide entre les lames. L'intervalle, au surplus, entre les lames, dépend de l'état de la surface des verres, quand il est travaillé; il y a alors adhérence, et, dans ce cas, l'intervalle est très-petit, l'introduction de la dissolution métallique devient alors difficile.

» Je suis entré dans quelques détails sur les divers moyens à l'aide desquels on produit les effets électro-capillaires, en vue surtout des applications qu'on peut en faire à l'étude des réactions chimiques, qui ont lieu dans l'intérieur des corps organisés.

» La détermination de la largeur de l'ouverture des espaces capillaires, soit dans les tubes ou vases, soit dans les appareils à lames de verre, a été faite avec beaucoup de précision, au moyen d'un appareil imaginé par M. Edmond Becquerel, pour évaluer la résistance qu'opposent les liquides au passage de l'électricité; c'est un rhéostat à colonne liquide, destiné à l'évaluation des grandes résistances. Voici le principe sur lequel sont fondés la construction et l'usage de cet appareil (1) :

» Dans un long vase cylindrique se trouve un tube capillaire ouvert par les deux bouts, aussi bien calibré que possible et divisé en fractions de millimètre. La section intérieure du tube est déterminée avec soin préalablement. Dans l'intérieur du tube on introduit un fil de cuivre suffisamment gros pour qu'il y entre avec frottement. On remplit le cylindre d'une dissolution normale de sulfate de cuivre, composée de 100 de sulfate pour un volume de 1 litre de la dissolution. Cette dissolution remplit également le tube capillaire jusqu'à son extrémité supérieure. A l'extrémité inférieure de ce tube, dans le cylindre, se trouve une lame de cuivre en communica-

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXXIX, p. 364, 1853, et *Archives du Conservatoire impérial des Arts et Métiers*, t. Ier, p. 733; 1861.

tion avec l'une des extrémités du fil d'un galvanomètre à long fil, et dont l'autre extrémité est en relation avec le pôle négatif d'une pile à sulfate de cuivre composée de plusieurs éléments; le pôle communique, au moyen d'un fil intermédiaire, avec le bout supérieur du fil qui se trouve dans le tube capillaire. Le fil intermédiaire est rompu en un point, et à chaque bout est fixée une lame de cuivre; les deux lames plongent dans un vase rempli de la dissolution normale. Le circuit se trouve ainsi composé : de la lame de cuivre placée au bas du tube capillaire, du fil de communication avec l'un des bouts du fil du galvanomètre, de ce fil, de la pile, du fil interrompu et du liquide normal, enfin du liquide qui est dans le tube capillaire, au-dessous du fil. On introduit alors dans le circuit un des vases à ouverture capillaire dont on veut mesurer l'ouverture, vase contenant le même liquide que celui qui est dans le rhéostat liquide. L'aiguille aimantée revient vers zéro, en raison de l'augmentation de résistance du circuit. On diminue alors la longueur de la colonne liquide jusqu'à ce que la déviation de l'aiguille soit la même qu'avant, afin que les résistances du même liquide dans la partie dont on a diminué la longueur de la colonne capillaire et dans l'espace à mesurer soient égales.

» En représentant par s la section du tube capillaire, h la longueur dont on a abaissé le fil dans le tube capillaire, h' la hauteur du liquide dans l'espace capillaire, l' la longueur de l'ouverture, x la largeur, on aura

$$\frac{h}{s} = \frac{h'}{l'x}, \quad \text{d'où} \quad x = \frac{sh'}{l'x}.$$

» Ainsi, en résumé, la méthode consiste à évaluer le pouvoir conducteur d'un liquide renfermé dans l'espace capillaire cherché, par rapport au pouvoir conducteur du même liquide situé dans un tube capillaire d'une étendue déterminée, et à déduire les dimensions de l'espace capillaire dont il est question d'après la loi connue qui règle les pouvoirs conducteurs des corps pour l'électricité.

» Cette méthode, qui suppose, bien entendu, une certaine régularité dans les intervalles que l'on mesure, est extrêmement sensible et permet d'évaluer des intervalles de quelques dix-millièmes de millimètre entre les lames ou les bords d'une fente très-régulière.

» Les déterminations qui ont été faites avec ce procédé ont prouvé que lorsque la largeur des espaces capillaires est seulement de quelques centièmes de millimètre, la réduction de la plupart des métaux a lieu, tandis que lorsqu'elle n'est seulement que de quelques millièmes, l'or et l'argent sont réduits facilement, tandis que les autres le sont très-lentement.

» Dans les appareils formés avec des lames jointives, assujetties avec des liens de fil ou des tiges avec vis, et dont les ouvertures sont égales à $0^{mm},03$, $0^{mm},04$, $0^{mm},05$, si l'on interpose entre elles une bande de papier à filtrer, on trouve des ouvertures correspondant à $0^{mm},08$; à cause peut-être que le papier ne permet pas de rapprocher les lames autant qu'on le fait sans sa présence.

» Les dépôts métalliques qui se forment entre les lames de verre maintenues en contact au moyen de fils ou de règles avec vis, exercent une telle force d'expansion, que, lorsque les liens ne sont pas rompus, des lames de 2 millimètres d'épaisseur sont brisées. On conçoit par là comment des roches dans lesquelles peuvent s'opérer des effets électro-capillaires, par suite d'infiltrations, comment, dis-je, ces roches peuvent éclater ou être fendues.

» Dans le second chapitre, j'expose les effets chimiques obtenus avec les appareils électro-capillaires perfectionnés. Dans le précédent Mémoire, j'ai démontré que, dans un tube fermé par en bas avec un tampon de papier à filtrer, traversé par un fil de platine, si l'on met dans ce tube une dissolution métallique et que l'on plonge ce tube dans une dissolution de monosulfure, les deux bouts du fil de platine se trouvant, l'un dans la première dissolution, l'autre dans la seconde, le bout qui est dans la dissolution métallique et qui forme l'électrode négatif ne tarde pas à se recouvrir de cuivre métallique; dans cet appareil, le fil de platine remplace la fissure du tube ou du vase fêlé dont la paroi est conductrice de l'électricité.

» Cet état de chose se manifeste encore quand les deux dissolutions sont séparées par de l'eau salée, de l'eau acidulée avec de l'acide sulfurique ou de l'acide nitrique. Ces effets ne sont pas sans intérêt pour la physiologie.

» Quant à la séparation des métaux, à l'état métallique, des dissolutions qui les renferment, je traite particulièrement de celle de l'argent ou de l'or du cuivre.

» Dans mon second Mémoire, j'avais déjà annoncé que, dans les appareils électro-capillaires, quand la dissolution métallique contenait du cuivre, de l'argent ou de l'or, les métaux étaient réduits séparément, l'or ou l'argent d'abord, puis le cuivre; ce n'était là encore, toutefois, qu'une indication générale de la séparation des métaux; il fallait préciser d'avantage les effets produits, c'est ce qui a été fait dans plusieurs expériences dont voici les principaux résultats :

» On a mis, dans un vase mince de verre fêlé, 45 centilitres d'une dissolution saturée de nitrate de cuivre et 15 d'une dissolution saturée de ni-

trate d'argent, et plongeant dans une dissolution de monosulfure de sodium marquant 10 degrés à l'aréomètre; le nitrate d'argent a d'abord été décomposé, l'argent qui s'est déposé sous forme d'éponge ne renfermait aucune trace de cuivre; en essayant, à plusieurs reprises, la liqueur, on est arrivé à un point tel, qu'elle ne contenait plus que des quantités minimes d'argent; le cuivre a commencé alors à se réduire.

» Dans une autre expérience, on a pris une dissolution composée de 10 grammes de nitrate de cuivre et de 1 centigramme seulement de nitrate d'argent, cette dissolution ne contenait par conséquent que 6 milligrammes d'argent. Cette dissolution a été mise dans un tube fêlé dont la fêlure avait une ouverture moyenne de $0^{mm},03$, on a obtenu les mêmes effets que dans l'expérience précédente; mais, lorsque la dissolution ne contenait plus que des traces d'argent, on a retiré la dissolution du tube, puis l'argent déposé, en lavant l'intérieur avec de l'acide nitrique, pour qu'il n'en restât plus aucune trace, et on l'a remise dans le tube plongeant de nouveau dans la dissolution de monosulfure de sodium; il s'est déposé d'abord sur la paroi intérieure du tube une couche excessivement mince d'argent, puis le cuivre a paru et a continué à se réduire; la liqueur essayée ne contenait plus aucune trace d'argent.

» L'or qui se trouve dans une dissolution de cuivre se comporte de même que l'argent dans les expériences précédentes.

» Il est difficile de faire des pesées exactes des métaux déposés, surtout quand ils ne se trouvent qu'en faible proportion dans les dissolutions, attendu, d'une part, qu'il se forme à l'extérieur du tube ou du vase fêlé, près de la fissure, un bourrelet de sulfure métallique; de l'autre, que l'argent ou l'or déposé est dans un tel état de division, qu'on ne sait comment le recueillir, en le détachant de la fissure, puis il en reste souvent dans cette dernière qu'on ne peut avoir qu'en brisant le tube. D'autres métaux peuvent être également séparés : le cuivre du fer, le cuivre d'une dissolution de chrome, etc.

» Dans un autre Mémoire, j'exposerai les effets chimiques, autres que les réductions métalliques, produits en vertu des actions électro-capillaires, ainsi que les résulats des expériences faites avec l'appareil de M. Edmond Becquerel, pour déterminer l'étendue des espaces capillaires des membranes de nature animale ou végétale. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Note au sujet d'expériences récentes sur la perméabilité de la fonte par les gaz, exécutées par* MM. H. Sainte-Claire Deville *et* Troost; *par* M. le Général **Morin**.

« L'Académie n'a sans doute pas oublié qu'en 1865, notre regretté confrère Velpeau lui avait communiqué des observations faites par M. le Dr Carret, chirurgien en chef de l'Hôtel-Dieu de Chambéry, à l'occasion d'une épidémie qui s'était manifestée dans divers lieux du département de la Haute-Savoie, et en particulier au lycée de cette ville, dans les bâtiments chauffés à l'aide de poêles en fonte, tandis que dans les mêmes localités les habitations munies de poêles en faïence en avaient été complétement indemnes (1).

» Lors de cette communication je m'abstins de toute observation, mais me rappelant les curieuses expériences par lesquelles, le 14 décembre 1863, MM. H. Sainte-Claire Deville et Troost avaient mis en évidence la perméabilité du fer porté à haute température par les gaz en général, je pensai que ces faits devaient servir à expliquer l'insalubrité des poêles en fonte chauffés à la houille, dont l'usage n'est que trop général dans les écoles, dans les lycées, dans les casernes, dans les corps de garde et dans un grand nombre d'établissements publics ou privés.

» Je priai, en conséquence, notre savant confrère de vouloir bien faire sur un appareil spécial, analogue aux poêles de corps de garde, que je lui fournis, les expériences nécessaires pour constater aussi le degré de perméabilité de la fonte chauffée à haute température par les gaz résultant de la combustion.

» A l'aide des moyens si délicats et si précis d'analyse dont MM. H. Sainte-Claire Deville et Troost ont déjà fait un heureux usage, ces savants chimistes ont non-seulement mis cette perméabilité hors de doute, mais ils ont déterminé les proportions d'oxyde de carbone qui traversent une surface donnée d'un poêle en fonte, ainsi que celle que le métal absorbe et retient.

(1) Depuis sa communication à l'Institut, M. le Dr Carret a adressé au Ministre de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux publics un Mémoire riche de faits sur la funeste influence qu'exerce sur la santé publique l'usage des poêles de fonte. Dans ce Mémoire soumis à l'examen du Comité consultatif d'hygiène, l'auteur arrive aussi à cette conclusion, que les poêles en fonte, en laissant transsuder à travers leurs parois de l'oxyde de carbone, déterminent des accidents très-graves. Il en fournit des exemples aussi nombreux et variés qu'incontestables.

» L'importance de ces résultats, pour la salubrité publique, est trop évidente pour qu'il ne soit pas utile de les faire connaître en entier et d'en étudier en détail les conséquences à ce point de vue. C'est ce que je me propose de faire dans une prochaine communication, en laissant d'ailleurs à MM. H. Sainte-Claire Deville et Troost, bien plus compétents que moi, le soin d'en déduire les autres conséquences utiles à la science qu'ils comportent. »

Expériences sur la perméabilité de la fonte par les gaz de la combustion; par **MM. H. Sainte-Claire Deville** et **Troost**.

« M. le Général Morin nous a fait l'honneur de nous demander une analyse exacte de l'air qui circule autour d'un poêle en fonte fortement chauffé. Nous avons trouvé que cet air renfermait des quantités notables d'hydrogène et d'oxyde de carbone. Ce fait s'explique parfaitement par la perméabilité pour les gaz, que nous avons reconnue au fer porté à haute température, et par la faculté qu'a ce métal de condenser l'oxyde de carbone, découverte par M. Graham. Il montre, en outre, que l'air qui a léché des surfaces de fonte fortement chauffées peut devenir nuisible à la respiration. C'est à cause de cette circonstance que nous publions, dès maintenant, ces lignes, en même temps que nous remettons au Général Morin le résultat de nos analyses.

» Nous nous sommes proposé de rechercher si la porosité de la fonte permettait aux gaz de la combustion de traverser les parois des poêles de fonte et de se répandre dans l'atmosphère des salles chauffées.

» L'appareil que nous avons employé dans ce but a pour partie principale un poêle en fonte qui nous a été fourni par le Général Morin. Ce poêle, d'une forme analogue à celle des poêles de corps de garde, se compose d'un cylindre qui communique avec l'extérieur par deux ouvertures : l'une, latérale, permet l'arrivée de l'air sous la grille; l'autre, située à la partie supérieure, aboutit au tuyau de tirage. C'est par cette dernière ouverture que l'on introduisait le combustible, coke, houille ou bois, qui est reçu sur une grille placée au-dessus de l'ouverture latérale.

» Le poêle a été successivement porté aux différentes températures entre le rouge sombre et le rouge vif. Il est entouré d'une enveloppe en fonte qui, reposant dans des rainures ménagées en haut et en bas du poêle, forme autour de lui une chambre qui ne communique avec l'air extérieur que par les interstices restés dans les rainures entre l'enveloppe et le cylindre extérieur.

» Pour étudier la nature des gaz qui pouvaient passer du poêle proprement dit dans la chambre, nous avons employé les dispositions suivantes : Les gaz puisés dans cette chambre-enveloppe sont appelés par un compteur placé à la suite des appareils d'absorption ; ils se dépouillent d'abord de l'acide carbonique et de la vapeur d'eau qu'ils contiennent en traversant des tubes en U remplis de ponce imbibée d'acide sulfurique concentré ou de potasse caustique. Quand ils ont été ainsi purifiés, ils arrivent sur de l'oxyde de cuivre chauffé au rouge. L'hydrogène et l'oxyde de carbone s'y changent en vapeur d'eau et en acide carbonique. Pour doser ces substances, on les fait passer dans des tubes tarés contenant, les premiers de la ponce imbibée d'acide sulfurique concentré, les seconds de la potasse liquide et en fragments ou de la baryte. Les gaz se rendent ensuite au compteur qui les aspire pour les rejeter dans l'atmosphère.

» Les résultats auxquels nous sommes arrivés sont contenus dans le tableau suivant :

NUMÉROS des expériences.	DURÉE des expériences.	VOLUME de l'air aspiré.	TEMPÉRATURE moyenne de l'air dans le compteur.	PRESSION atmosphérique moyenne	VOLUME moyen aspiré par minute.	VAPEUR d'eau recueillie par l'oxyde de cuivre.	HYDROGÈNE par 1000 lit. d'air.	ACIDE carbonique recueilli après l'oxyde de cuivre.	OXYDE de carbone déduit de l'ac. carbonique par 1000 lit. d'air.	VOLUME total des deux gaz par 1000 lit. d'air.
	h m	lit	o	mm	lit	mgr		mgr	lit	
1	6. 0	90	25,0	757,0	0,250	72	1,072	125	0,710	1,782
2	18. 5	270	23,5	760,0	0,250	61	0,303	653	1,320	1,623
3	7.27	100	22,4	764,0	0,230	19	0,250	79	0,430	0,680
4	21. 0	213	26,0	763,4	0,170	117	0,736	203	0,520	1,256
5	12.30	133,5	26,3	762,6	0,186	25	0,230	57	0,220	0,450
6	27. 0	251	23,8	764,0	0,155	147	0,785	63	0,141	0,925

» Il résulte des nombres contenus dans ce tableau, que les gaz de la combustion traversent les parois d'un poêle de fonte porté au rouge sombre ou au rouge vif.

» Ces résultats s'expliquent facilement par la porosité que nous avons reconnue dans le fer et qui existe à un degré plus grand encore dans la fonte (1).

(1) Nous n'avons pas encore trouvé de tubes de fonte capables de garder le vide.

» Les expériences de M. Graham ont d'ailleurs montré, depuis nos expériences de 1863, que le fer absorbe au rouge 4,15 fois son volume d'oxyde de carbone quand on l'expose à une atmosphère composée de ce gaz.

» L'oxyde de carbone absorbé dans notre poêle par la surface intérieure de la paroi de fonte se diffuse à l'extérieur dans l'atmosphère, et l'effet se produit d'une manière continue : de là le malaise que l'on ressent dans les salles chauffées soit à l'aide de poêles de fonte, soit par de l'air chauffé au contact de plaques portées au rouge. »

« **M. Bertrand** dépose sur le bureau un exemplaire de la première édition de la *Mécanique* de d'Alembert, en marge duquel se trouvent de nombreuses notes et additions de la main même de l'auteur. Cet exemplaire est préparé évidemment pour servir à la seconde édition, et lui est, en effet, à très-peu près conforme. Il y a cependant des variantes, et, dans la prévision d'une édition nouvelle du chef-d'œuvre de d'Alembert, M. Bertrand pense qu'il serait utile d'en prendre copie pendant que le premier volume, qui appartient à l'Académie des Sciences de Pesth, restera à la disposition de l'Académie. M. Akin, directeur du laboratoire de physique de l'Académie de Pesth, a bien voulu le confier pour plusieurs semaines encore à M. Bertrand. »

DISCOURS

Prononcés par deux Membres de l'Académie des Sciences aux funérailles de M. le Général Poncelet, le mardi 24 décembre 1867.

Discours de M. le Baron Charles Dupin (1).

« Messieurs,

» Avec un profond sentiment de douleur je remplis, au nom de l'Académie des Sciences, un dernier et triste devoir. Doyen de la Section de Mécanique, il me faut exprimer en quelques paroles les regrets du confrère et de l'ami envers l'un des hommes qui, de nos jours, ont le mieux allié les services rendus aux études transcendantes, à la patrie, à l'armée,

---

(1) Sur la proposition de M. le Secrétaire perpétuel, l'Académie a décidé que ce discours serait reproduit au *Compte rendu*, ainsi que celui de M. Dumas.

aux arts utiles; il me faut rappeler le génie d'invention qui parvint à reculer les bornes de la science dans ses théories les plus abstraites, en même temps qu'il découvrit des moyens nouveaux d'appliquer les forces de la nature aux travaux d'une industrie perfectionnée.

» Telle est l'indication trop abrégée des conquêtes faites par un seul homme pendant une vie de quatre-vingts années, sans distraction, sans repos, et toujours dirigée vers de nouveaux progrès.

M. le Général Jean-Victor PONCELET naquit, en 1788, à la veille de nos grands orages politiques, dans cette ville de Metz où tout respire à la fois la science et la guerre; l'un des centres principaux de notre force défensive, devant laquelle se brisèrent autrefois les efforts de Charles-Quint, et devant laquelle se briseraient encore les efforts de quelque empereur improvisé des bords du Rhin et de la Moselle, si les grandes luttes du seizième siècle devaient renaître de nos jours.

» Admis à l'École Polytechnique en 1807, il entra naturellement dans le Génie militaire; il vint à Metz. Là florissait la double École d'application pour ce Corps et pour l'Artillerie; transférée de la petite place de Mézières, elle se trouvait désormais sur un théatre où tout servait comme exemple de vastes travaux et comme moyens d'étude pour nos deux armes savantes.

» La guerre contre la Russie commençait lorsque le Lieutenant de Génie fut appelé dans les rangs de la Grande Armée; il prit sa place au milieu du Corps qui, commandé par le Maréchal Ney, fit encore plus de prodiges à l'époque des revers, et de la force d'âme suffisante pour les supporter, qu'à celle de la victoire et de ses enthousiasmes.

» A Krasnoë, Poncelet fut fait prisonnier avec une division trahie par la fortune. Presque entièrement dépouillé de ses vêtements, au milieu d'un hiver qui faisait encore plus de victimes que les combats, il fut transféré et laissé comme captif à Saratoff, sur les bords du Volga, à neuf cents lieues de sa patrie.

» Seul, sans amis pour le consoler, sans livres pour le distraire, au lieu de s'abandonner au découragement, il se rappela ses premières études polytechniques. Le souvenir des belles théories de Monge sourit à son imagination; il revint aux conceptions de la géométrie supérieure. De nouveaux sentiers s'offrirent à lui; il s'y lança, et, cessant d'être élève, il se sentit maître. Dès ce moment, la France acquit, chose rare en tout temps, un Géometre de plus.

» Il découvrit ces ingénieuses propriétés projectives des figures continues et celles que lui présentèrent les centres des moyennes harmoniques.

» La paix revint, et bientôt notre savant Ingénieur obtint d'être attaché à la Place, puis à l'École de Metz, dont il devint un des plus éminents professeurs.

» De 1821 à 1830, lorsque dans toutes nos cités je faisais appel aux Officiers des différents services publics pour ouvrir des cours de géométrie et de mécanique appliquées aux arts, afin de changer la face de notre industrie, la ville de Metz fut celle qui répondit avec le plus d'éclat à cet appel. Ce ne fut pas seulement la répétition d'un cours primitif et normal; ce fut un enseignement nouveau, qui devint par degrés plus spécial et plus profond.

» C'est alors que le Capitaine Poncelet développa ses moyens ingénieux d'appliquer le calcul des forces vives à l'évaluation du travail des machines, et pour les travaux publics et pour l'industrie en général.

» Dès l'origine, ce fécond enseignement se trouva digne des Écoles d'application et de leur source première, l'École Polytechnique; en même temps il n'était pas trop au-dessus de l'École centrale, qui naissait pour former nos Ingénieurs civils, aujourd'hui si nombreux et si brillants.

» Afin d'appliquer sa théorie, M. Poncelet prit pour exemple un difficile problème, celui des roues verticales employées à transmettre la force de l'eau dans une foule d'usines, recevant par-dessous cette eau qui frappe leurs aubes horizontales, sur lesquelles elle agit jusqu'au moment de son libre échappement. Auparavant, cet échappement s'accomplissait sans que la force motrice fût en entier transmise à la roue, et c'était une perte énorme. M. Poncelet découvrit et démontra quelle forme il fallait donner au contour des aubes pour que rien ne fût perdu; cela doubla presque l'économie de la puissance hydraulique. La France, l'Allemagne, l'Italie, l'Angleterre même s'empressèrent d'adopter l'ingénieux perfectionnement qui prit le nom populaire de *Roues à la Poncelet*.

» Il appliqua sa géométrie et ses calculs aux ponts-levis régularisés par des poids variables; ensuite au calcul de la résistance des revêtements et de leur stabilité, sujet important et peu perfectionné depuis les résultats pratiques obtenus par Vauban.

» Tant de travaux assignaient à leur Auteur la première place qui viendrait à vaquer au sein de l'Institut dans une Section qui lui devait de tels progrès; ce fut en 1834. Par conséquent, il a concouru pendant un tiers de siècle à tous les travaux de l'Académie des Sciences.

» En 1851, l'Angleterre, s'emparant d'une idée conçue par la France,

résolut de proposer aux nations savantes l'Exposition universelle de leurs produits les plus parfaits, qui devaient être jugés, classés et récompensés par des Jurés internationaux.

» La France seule en fournit trente; c'était le cinquième de tout le jury. J'eus le bonheur de faire accepter une liste où le mérite éminent prit partout la place de la faveur.

» Transmise à Londres, en voyant un si grand nombre de noms européens autant que français, comme celui des Poncelet, des Dumas, des de Luynes, des Dufresnoy, des Didot, etc., etc., sur la demande gracieuse du prince Albert, qui présidait la Commission royale de l'immense concours, le gouvernement de la Reine Victoria remercia le gouvernement français d'avoir fait l'honneur d'un tel choix à l'Angleterre.

» Ainsi représentée, la France ne pouvait pas manquer d'obtenir sa part dans les récompenses accordées aux vainqueurs. Pour réussir, les Français employèrent un moyen bien simple : ils appuyèrent de toute leur autorité le mérite des inventions étrangères; par un retour naturel, le mérite des nôtres obtint de n'être pas trop contesté. Notre secret était renfermé dans ces mots que nous avons pu prononcer : *Nous avons été justes.*

» Avec l'approbation de l'Empereur des Français, la Commission française fut chargée de présenter, pour un demi-siècle, le tableau du progrès des arts éclairés par les sciences; ce beau programme devint le sujet d'un des travaux les plus considérables, les plus vastes et les plus savants accomplis par le Général Poncelet.

» Ce fut de montrer la valeur des inventions mécaniques et des droits acquis par chaque inventeur depuis l'origine des brevets dits d'invention et de perfectionnement. La France, l'Angleterre et les États-Unis mirent leurs collections à la disposition du savant Rapporteur; il en fit l'analyse en remontant, de titre en titre, à chaque inventeur, sans acception de préjugés nationaux et de rivalités honteuses.

» C'est un monument d'histoire à la fois scientifique et technique, estimé, admiré de nos rivaux autant que de nous.

» Lorsque le moment arriva de réclamer les récompenses dues aux jurés de 1851, le Président de la Commission ne craignit pas de demander, pour M. le Général Poncelet, déjà relégué dans le cadre de la réserve et délaissé comme tel, le rang de Grand Officier dans la Légion d'honneur.

» Au premier abord, la demande parut hardie et presque exagérée au nom de la science et des arts; d'autres titres achevèrent de la justifier.

» En 1848, lorsque les formidables journées de juin ensanglantèrent la

capitale, M. Poncelet gouvernait l'École Polytechnique, cet objet d'envie de toutes les émeutes qui, pour diriger la foule insurgée, manquaient de commandants et d'intelligences supérieures.

» L'énergique Gouverneur préserva l'École d'un semblable danger; il la mit sous les armes, et marchant à sa tête, il traversa les barricades; il conduisit ainsi jusqu'au palais du Luxembourg ce bataillon sacré de la science, bataillon qui devint la garde d'honneur du Gouvernement menacé.

» La guerre sociale étouffée, M. le Général Cavaignac choisit l'auteur de ce mémorable service pour commander la garde nationale du département de la Seine. C'était charger de cette haute fonction un chef incapable de trahir ses devoirs par faiblesse ou par amour de l'anarchie, et capable, au contraire, de rétablir la discipline alliée au pur sentiment du patriotisme.

» Ces titres, rapportés avec simplicité, suffirent, et M. le Général Poncelet fut nommé Grand Officier de la Légion d'honneur.

» Me sera-t-il permis de le dire : Depuis dix-huit ans, toutes les propositions que j'ai dû faire pour obtenir et récompense et justice au nom des sciences et des arts, auprès du Chef de l'État, écoutées froidement, attentivement et sans vaines paroles, ont obtenu la solution que réclamaient le bien public et l'équité. C'est pour moi le sujet d'une impérissable reconnaissance, et le plus précieux souvenir se rapporte au célèbre Académicien dont nous déplorons la perte.

» Je terminerai cet accomplissement d'un dernier devoir en reportant tous nos hommages du Général à la compagne incomparable qui devint le bonheur et le charme de sa vie pendant les vingt dernières années de sa carrière. Pour ses travaux elle était à la fois le plus dévoué, le plus ingénieux des secrétaires et presque un collaborateur.

» Quand vinrent les jours de souffrance occasionnée par la guerre et par les longs travaux de la paix, cette noble compagne lui prodigua les soins les plus constants, les plus attentifs et les plus ingénieux. Accablée à la fin par trop de jours sans repos et trop de nuits sans sommeil, il fallut appeler une sœur de charité, que le Général crut trouver indifférente et presque froide, parce qu'elle n'avait pas à soigner un autre elle-même! La vraie sœur de charité, dans les derniers moments de notre illustre ami, est à présent l'épouse inconsolable que nous voudrions, s'il se pouvait, un peu consoler par le tribut de tous nos hommages, de tous nos respects et de notre admiration dévouée. »

DISCOURS DE M. DUMAS.

« MESSIEURS,

» La Faculté des Sciences de Paris a voulu que son ancien Doyen vînt rendre, en son nom, les derniers devoirs de reconnaissance et de respect à l'un des plus illustres Professeurs qu'elle ait comptés dans son sein depuis l'époque de sa fondation.

» Le Général Poncelet n'avait pas été appelé au milieu de nous avec la mission d'enseigner une science faite, de suivre une tradition acceptée, de remplacer un prédécesseur qui lui aurait ouvert et jalonné la route. Non, la Faculté, comme l'Académie des Sciences, dont elle est la représentation active auprès de la jeunesse, qui a pour devise, comme elle, l'alliance de la science pure à la science pratique, lui était demeurée fidèle dans l'organisation de tous ses programmes, un seul excepté, celui de la mécanique.

» Il appartenait au Général Poncelet de doter la Faculté et l'enseignement public de ce cours de cinématique et de mécanique physique, complément nécessaire et naturel de l'étude de la mécanique rationnelle, qui en matérialise les conclusions, qui en rend plus sensibles les démonstrations, et qui, rectifiant sans cesse par l'étude des faits les impressions théoriques si souvent erronées ou exagérées des élèves, prévient leurs égarements.

» La science, il l'a faite; son enseignement, il l'avait tenté le premier; son cours, il en trouvait tous les éléments dans ses propres travaux; la méthode, il en avait donné les meilleurs exemples dans ses Mémoires demeurés classiques.

» Aussi, quel choix d'élèves entourait la chaire du Général Poncelet! Vieux comme jeunes, tous les professeurs que l'Université dirige vers l'enseignement de la mécanique sont venus recevoir son baptême et se pénétrer de son esprit. Si l'enseignement raisonné de la mécanique pratique, créé au milieu de Paris, dans la plus autorisée et la plus savante de ses écoles publiques, s'est répandu peu à peu dans le pays tout entier; s'il passe des lycées dans les écoles primaires supérieures, c'est au Général Poncelet que la nation doit ce grand bienfait, toujours fécondé avec un soin pieux par ses premiers élèves, nos confrères, ses amis, plus jaloux que lui-même de la défense de son héritage et du soin de sa gloire.

» Le Général Poncelet était un maître. Il laisse dans la science française un grand vide. Il laisse aux générations nouvelles un grand exemple. En jetant un coup d'œil sur sa noble vie, où les devoirs du soldat, les respon-

sabilités de l'officier ou de l'administrateur, les souffrances du prisonnier en proie aux plus cruelles privations, n'ont pas un seul instant détourné sa pensée du culte et de la recherche de la vérité, on sent que Poncelet appartenait à cette race héroïque pour qui le travail est la vie.

» Pourquoi toute la jeunesse du pays ne peut-elle avoir été témoin des derniers efforts d'une aussi noble existence! Un mal sans remède avait condamné Poncelet; des douleurs sans relâche et sans terme troublaient ses nuits et ses jours; les heures ou plutôt les moments de calme lui étaient comptés avec une sévère parcimonie. Cependant sa pensée, toujours ferme, toujours lucide, ressaisissant, après chaque souffrance, le fil d'un raisonnement suspendu et d'une recherche interrompue, a poursuivi pendant des années entières des solutions, des rédactions et des publications qu'on prendrait, à les lire, pour les efforts heureux et généreux d'une jeunesse inspirée, calme et confiante.

» Il est vrai qu'une compagne, un ange de mansuétude, de prévoyance et d'affection, identifiant sa vie avec celle de son noble et glorieux époux, s'était vouée avec un cœur et un courage incomparables, à l'entourer de cet ensemble de soins précieux, qu'exigent à la fois, dans un corps qui succombe et dans un génie qui survit, les misères de la matière qui se brise et les lueurs de l'âme qui se dégage.

» Ses dernières années en ont été embellies, ses derniers jours en ont été adoucis, et ses derniers travaux en ont été soutenus. Il a quitté cette vie, et il est entré dans un monde meilleur, s'éteignant calme et sans angoisse, appuyé sur cette main si chère qui recevait dans une dernière étreinte le dernier et suprême adieu.

» Au moment où cette tombe va se fermer sur les restes nobles et chers de ce savant, de ce soldat, de cet homme de bien, dont la vie fut consacrée à la recherche de la vérité, dont l'honneur fut la seule passion, qui avait fait de l'amour de la patrie son culte, qui demeura persévérant et fidèle à toutes les affections de son cœur, celui qui fut si longtemps honoré de son amitié ne peut plus trouver qu'un dernier mot, expression à la fois de consolation en ce monde et d'espérance en un monde meilleur : Adieu, Poncelet; à Dieu! »

MÉMOIRES LUS.

CHIRURGIE. — *Considérations sur les luxations du pied en avant ou de la jambe en arrière; par* M. **Huguier**. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

« Dans le Mémoire que j'ai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie, j'ai dû d'abord faire remarquer qu'avant l'année 1847, où je fis sur ce sujet des expériences dont je communiquai, en 1848, les résultats à l'Académie de Médecine, aucun auteur n'avait parlé de cette affection d'après sa propre expérience, et qu'aucune observation n'avait été publiée jusqu'alors sur ce déplacement; et qu'on pouvait répéter avec le célèbre Boyer: « Les auteurs, à ma connaissance, n'en rapportent aucun exemple. »

» Il en était de même des chirurgiens les plus éminents de cette époque, Dupuytren, Richerand, Roux, etc., qui n'avaient jamais eu l'occasion de l'observer.

» Depuis, des faits ont été signalés par Collès, Smith et M. le professeur Nélaton; dans chacun de ces faits, il y avait une fracture plus ou moins étendue d'une portion des os de la jambe, et la luxation avait été consécutive à cette lésion.

» Il n'en fut pas de même dans le cas que j'observai en 1855, cas où la luxation était simple, sans aucune complication et réunissait tous les signes propres à caractériser une semblable lésion. Après avoir indiqué les dispositions organiques et éthologiques qui expliquent pourquoi cette luxation est si rare, je décris les divers mécanismes suivant lesquels elle peut s'opérer et je fais connaître *in extenso* le fait curieux que j'ai observé d'*une luxation du pied en avant par propulsion ou transport direct de la jambe en arrière*, le pied étant fixé sur le sol.

» Ce cas était encore d'un grand intérêt en ce qu'il réunissait l'ensemble des signes qui peuvent caractériser une semblable luxation, et, sous ce rapport, il remplit une des lacunes de la science; il nous montre que la réduction est facile lorsque la luxation est récente.

» Je décris les manœuvres chirurgicales qui doivent être employées pour réduire facilement ce déplacement, expliquant avec détail les dispositions anatomiques qui favorisent la réduction; lorsque l'affection est passée à l'état chronique, la réduction devient impossible, et les malades restent estropiés pour le reste de leurs jours, comme le prouvent les trois faits de

Collès, Perrier et Smith. Je termine ce travail en faisant remarquer que, d'après mon observation de 1855, et les expériences que j'ai faites en 1847 sur cette luxation, expériences qui déjà m'avaient permis d'en indiquer les caractères principaux, on est conduit à reconnaître qu'il y a deux espèces bien différentes de déplacement du pied en avant :

» 1° Une luxation dans l'exagération des mouvements naturels de flexion de la jambe sur le pied et de celui-ci sur la jambe; je propose de la désigner sous l'appellation de *luxation du pied en avant par flexion* ou *par glissement oblique;*

» 2° Une luxation par glissement direct du pied sur la jambe, ou de celle-ci sur le pied, le tibia formant un angle droit avec l'astragale, que la jambe soit horizontalement ou verticalement placée : c'est la *luxation en avant par glissement direct* ou *en tiroir*.

» Elle renferme deux variétés :

» Dans la première, c'est le pied qui se luxe, la jambe étant immobile;

» Dans la deuxième, c'est cette dernière qui se déplace, le pied étant fixé au sol, comme chez mon malade, et l'on pourrait, avec As. Cooper et Malgaigne, la désigner sous le nom de *luxation de la jambe en arrière*, si cette désignation n'avait l'inconvénient de changer nos habitudes classiques et d'établir de la confusion dans la science.

» En décrivant les manœuvres que j'ai employées pour réduire ce déplacement, ce qui n'avait pas encore été fait avant moi, je crois avoir comblé une des lacunes les plus importantes de la thérapeutique chirurgicale. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Abeille adresse, pour faire suite à son travail présenté au mois de juillet 1867, trois nouvelles observations de croup guéries au moyen du traitement par les inhalations de vapeurs humides de sulfure de mercure.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Francisque adresse une nouvelle Lettre relative à son travail sur la musique intitulé : « Le secret de Pythagore dévoilé ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. le Directeur général des Ponts et Chaussées et des Chemins de fer adresse un exemplaire des feuilles de courbes représentant les variations de niveau des grands et des petits affluents de la Seine du 1er mai 1866 au 30 avril 1867, et un exemplaire de la feuille des courbes représentant les hauteurs des pluies tombées aux divers observatoires pluviométriques du bassin de la Seine.

M. l'Inspecteur général de la navigation de la Seine adresse les États des crues et diminutions de la Seine observées, chaque jour, au pont de la Tournelle et au pont Royal, pendant l'année 1867. Les plus hautes eaux ont été observées le 4 février, les plus basses, le 27 septembre. La moyenne a été de $1^m,129$ au pont de la Tournelle, et de $3^m,359$ au pont Royal. Les moyennes sont élevées en raison de la retenue de Suresnes.

M. le Secrétaire perpétuel, en présentant à l'Académie ces États, fait observer que le barrage de Suresnes pourrait avoir eu une certaine influence sur la longue durée pendant laquelle la Seine a été prise cette année : il exprime le désir qu'on ne laisse pas perdre l'occasion de faire quelques observations à cet égard.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, la seconde édition d'un ouvrage de *M. Nadault de Buffon* qui a pour titre : « Des canaux d'irrigation de l'Italie septentrionale ». Cet ouvrage, qui est un traité d'irrigation aussi complet que possible, contient en particulier la description des grands canaux dérivés du Tessin, de l'Adda, de la Doire et des autres cours d'eau qui ont leur origine dans les glaciers des Alpes : il renferme tous les détails techniques relatifs au tracé des canaux en général, à la disposition des ouvrages d'art spéciaux qui s'y rattachent, et aux diverses méthodes d'irrigations.

MÉCANIQUE MOLÉCULAIRE. — *Sur la théorie moléculaire des corps*; *par* **M. C.-M. Guldberg.**

Formules approximatives.

» J'ai déjà observé que la forme la plus simple de φ sera donnée par

$$\varphi \frac{(pv^{\varepsilon})}{v^{\varepsilon-1}} = \beta p^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} + \gamma v^{1-\varepsilon}.$$

Examinons ce cas et négligeons la valeur de Apu dans l'équation (8), on aura les équations suivantes :

$$pv = RT + \beta p^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} + \gamma v^{\varepsilon-1}, \tag{10}$$

$$c_p = c' + \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \frac{AR}{1 - \frac{\gamma(\varepsilon-1)}{pv^{\varepsilon}}}, \tag{11}$$

$$dL = c'dT + \frac{A\varepsilon}{\varepsilon - 1} d(pv), \tag{12}$$

$$cm = 2,41\,i, \quad Rm = 848.$$

1. *Vapeurs d'eau*, H^2O, $m = 18$, $i = 3$.

» On peut poser $\varepsilon = \frac{4}{3}$ et $c' = 0$, et l'on trouvera $\beta = 300$ et $\gamma = 4100$, en exprimant p en kilogrammes pour Π^m et le volume en mètres cubes,

$$pv = 47,1\,T + 300 p^{\frac{1}{4}} - 4100 v^{-\frac{1}{3}}, \quad dQ = 4A\,p\,dv + 3A\,v\,dp,$$
$$L = 4A\,pv + 477, \qquad c = 0,4017,$$

et

$$\theta = -0,0684, \qquad c_p = \frac{0,4444}{1 - \frac{1367}{pv^{\varepsilon}}}.$$

Pour la vapeur saturée, on trouve, en posant $p = 1^{\text{at}}$ $c_p = 0,4767$, et en posant $p = 9^{\text{ab}}$ $c_p = 0,5039$; mais en même temps que la vapeur s'éloigne du point de condensation, c_p se rapproche de plus en plus de 0,4444. M. Regnault a trouvé la valeur moyenne 0,4805, qui tombe entre ces valeurs. Dans les tableaux suivants, j'ai calculé les valeurs de v (*voir* v calc.); les valeurs de p et t sont interpolées par M. Zeuner (*), à l'aide des expé-

(*) Voir *Grunazuge der Mechanischen Worme theorie von G. Zeuner*, 1866.

riences de M. Regnault et peuvent être regardées comme observées. Les valeurs de v que j'ai désignées par v obs. sont calculées par M. Zeuner, d'après une formule déduite de la théorie mécanique de la chaleur, à l'aide des expériences de M. Regnault sur les chaleurs latentes. Le tableau II contient les expériences de M. Hirn sur les vapeurs surchauffées.

Tableau I. VAPEUR SATURÉE.

p en atmosphères.	t de Cels.	v observé.	v calculé.
0,006052	0°	210,66	208,01
0,04151	30	33,267	33,474
1	100	1,6504	1,6569
3	133,91	0,5874	0,5887
3,5	139,24	0,5082	0,5092
4	144,00	0,4484	0,4490
5	152,22	0,3636	0,3640
9	175,77	0,2095	0,2094
14	195,53	0,1383	0,1382

Tableau II. VAPEUR SURCHAUFFÉE.

p en atmosphères.	t	v observé.	v calculé.
1	118°,5	1,74	1,747
1	141	1,85	1,856
3	200	0,697	0,6978
3,5	196	0,591	0,5900
3,5	246,5	0,6574	0,6605
4	165	0,4822	0,4761
4	200	0,522	0,5192
4	246	0,5752	0,5756
5	162,5	0,3758	0,3746
5	205	0,414	0,4168

Tableau III.

t	h observé.	h calculé.
0°	606,5	601,32
50	621,75	619,20
100	637,0	637,95
144	650,42	651,86
184,5	662,77	663,06
200	667,5	667,01

Les valeurs observées le sont d'après les expériences de M. Regnault.

2. *Éther*, $C^4H^{10}O$, $m = 74$, $i = 15$.

» Approximativement on peut poser $\varepsilon = \frac{3}{2}$ et $c' = 0,36$, $\beta = 30$ et $\gamma = -400$. On aura donc

$$pv = 11,5T + 30p^{\frac{1}{3}} - 400v^{-\frac{1}{2}}, \quad dQ = 0,36\,dT + 3\,\mathrm{A}p\,dv + 2\,\mathrm{A}v\,dp,$$

$$\mathrm{L} = 0,36\,t + 3\,\mathrm{A}pv + 70,5, \quad c = 0,4885,$$

et

$$\theta = -0,0743, \quad c_p = 0,36 + \frac{0,08137}{1 - \frac{200}{pv^2}}.$$

Pour les vapeurs d'éther saturées on trouve $c_p = 0,4549$ à 100 degrés et $c_p = 0,4623$ à 120 degrés. La valeur trouvée par M. Regnault est 0,4797, et ainsi plus grande que ces valeurs.

Tableau IV.				Tableau V.		
p en atmosphères.	t	v observé.	v calculé.	t	h observé.	h calculé.
0,24268	0°	1,2733	1,2733	0°	94,00	93,09
1,1938	40	0,2866	0,2875	40	111,11	109,91
2,2697	60	0,1574	0,1569	60	119,00	118,23
3,9774	80	0,0929	0,0920	80	126,44	126,32
6,5175	100	0,0575	0,0575	100	133,44	133,90
10,1568	120	0,0363	0,0365	120	149,00	140,66

» Ces formules approximatives suffisent pour les questions pratiques; la différence entre les valeurs calculées et les valeurs observées par M. Regnault n'excède pas 1,3 pour 100, et l'erreur moyenne est de $\frac{1}{2}$ pour 100.

» L'équation (9) appliquée aux expériences de M. Regnault montre que la valeur de c' et par conséquent θ varie avec la température, comme j'ai supposé dans les formules générales. »

STATIQUE. — *Note sur l'équilibre des forces dans l'espace*. Note de **M. W. Spottiswoode**, présentée par M. Chasles (1).

« Dans les *Comptes rendus* pour 1865 (t. LXI, p. 829), M. Cayley a donné des expressions pour les valeurs de quatre forces en équilibre. Je me propose ici d'établir une expression correspondante pour un nombre quelconque de forces; pour cela je rappelle les formules de MM. Cayley et Sylvester, relatives à l'équilibre en général.

» Si l'on détermine la direction et la position dans l'espace d'une droite quelconque (par exemple celle qui représente une force P), par l'intersection de deux plans dont les équations sont

$$ax + by + cz + d = 0, \qquad (1)$$

$$\alpha x + \beta y + \gamma z + \delta = 0, \qquad (2)$$

et si les six quantités

$$b\gamma - c\beta,\quad c\alpha - a\gamma,\quad a\beta - b\alpha,\quad a\delta - \alpha d,\quad b\delta - \beta d,\quad c\delta - \gamma d,$$

se représentent par

$$\mathrm{a},\quad \mathrm{b},\quad \mathrm{c},\quad \mathrm{f},\quad \mathrm{g},\quad \mathrm{h} \qquad (3)$$

(1) L'Académie a décidé que cette communication, quoique dépassant les limites réglementaires, serait reproduite en entier au *Compte rendu*.

respectivement, ces six quantités s'appelleront les coordonnées de la ligne P; et l'on voit aisément qu'elles seront liées par la relation identique

$$\text{(4)} \qquad \mathrm{af} + \mathrm{bg} + \mathrm{ch} = 0.$$

» De plus, il faut observer que nous n'avons affaire qu'aux rapports de ces quantités et non à leurs valeurs absolues, et puisque les cinq rapports

$$\mathrm{a} : \mathrm{b} : \mathrm{c} : \mathrm{f} : \mathrm{g} : \mathrm{h}$$

sont liés par l'équation (4), il s'ensuit qu'il ne reste que quatre rapports indépendants, lesquels, comme on le sait bien, sont suffisants pour déterminer une droite dans l'espace.

» Avant d'aller plus loin, je m'arrête un moment, afin de démontrer que les équations de deux plans qui déterminent la ligne P peuvent s'exprimer en termes des coordonnées, et que cette opération s'effectue en formant les quatre combinaisons suivantes :

$$\text{(5)} \qquad \begin{cases} a(2) - \alpha(1) = & \mathrm{c}y - \mathrm{b}z + \mathrm{f} = 0, \\ b(2) - \beta(1) = -\mathrm{c}x & \mathrm{a}z + \mathrm{g} = 0, \\ c(2) - \gamma(1) = \mathrm{b}x - \mathrm{a}y & + \mathrm{h} = 0, \\ d(2) - \delta(1) = \mathrm{f}x + \mathrm{g}y + \mathrm{h}z & = 0, \end{cases}$$

dont deux, n'importe lesquelles, détermineront la droite, et l'on trouvera que les coordonnées de la droite formées de deux quelconques de la même manière que l'on a dejà formé les coordonnées (3) des équations (1) et (2) seront, à un facteur près, égales à (3).

» De toutes les formules relatives aux droites qui résultent de ce système de coordonnées, celle qui suit est la seule qu'il soit nécessaire de rappeler ici : s'il y a une seconde droite (celle par exemple qui représente la force P_1) déterminée par l'intersection de deux plans dont les équations sont

$$a_1 x + b_1 y + c_1 z + d_1 = 0, \quad \alpha_1 x + \beta_1 y + \gamma_1 z + \delta = 0,$$

et si les coordonnées de cette droite sont formées de la même manière que l'on a formé les coordonnées (3).

» Alors

$$\text{(6)} \qquad \begin{vmatrix} a & b & c & d \\ \alpha & \beta & \gamma & \delta \\ a_1 & b_1 & c_1 & d_1 \\ \alpha_1 & \beta_1 & \gamma_1 & \delta_1 \end{vmatrix} = \mathrm{af}_1 + \mathrm{bg}_1 + \mathrm{ch}_1 + \mathrm{a}_1\mathrm{f} + \mathrm{b}_1\mathrm{g} + \mathrm{c}_1\mathrm{h},$$

et si, pour abréger, nous désignons cette expression par $(0,1)$, il est évident que nous aurons les relations suivantes :

$$(7)\qquad (0,1)=(1,0),\quad (0,0)=0;$$

de plus, si les deux droites P et P_1 se rencontrent, les quatre plans se rencontreront dans un point, et conséquemment $(0,1)=0$, c'est-à-dire la condition de la rencontre des deux droites P, P_1 s'exprime par l'équation $(0,1)=0$. En effet, $(0,1)$ est égale au produit de la plus courte distance des deux droites et du sinus de leur inclinaison mutuelle. M. Cayley donne à cette quantité le nom de *moment de deux droites*.

» Cela posé, les équations d'équilibre d'un corps solide sur lequel opère un nombre quelconque de forces deviendront, selon la méthode ordinaire,

$$\Sigma P a=0,\qquad \Sigma P b=0,\qquad \Sigma P c=0,$$
$$\Sigma P(y c-z b)=0,\quad \Sigma P(z a-x c)=0,\quad \Sigma P(x b-y a)=0,$$

lesquelles, en vertu des équations (5), peuvent se transformer en

$$(8)\qquad \left\{\begin{array}{l}\Sigma P a=0,\quad \Sigma P b=0,\quad \Sigma P c=0,\\ \Sigma P f=0,\quad \Sigma P g=0,\quad \Sigma P h=0.\end{array}\right.$$

» En multipliant ces équations l'une par l'autre et prenant la somme de leurs produits ainsi que nous l'avons fait au-dessous, et en se rappelant la condition (4), l'on trouvera que

$$(9)\qquad (\Sigma P a.\Sigma P f)+(\Sigma P b.\Sigma P g)+(\Sigma P c.\Sigma P h)=\Sigma P_i P_j(i,j)=0,$$

pour toutes les valeurs de i et j depuis 0 jusqu'à n, où n représente le nombre des forces. Encore si Σ' représente une sommation depuis 1 jusqu'à n, nous pourrons écrire (8) ainsi, en déplaçant les premiers termes,

$$(10)\qquad \left\{\begin{array}{l}\Sigma' P a=-P a,\quad \Sigma' P b=-P b,\quad \Sigma' P c=-P c,\\ \Sigma' P f=-P f,\quad \Sigma' P g=-P g,\quad \Sigma' P h=-P h,\end{array}\right.$$

et, en multipliant ces équations l'une par l'autre et en prenant la somme de leurs produits ainsi que nous l'avons déjà fait, nous aurons

$$(11)\qquad (\Sigma' P a.\Sigma' P f)+(\Sigma' P b.\Sigma' P g)+(\Sigma' P c.\Sigma' P h)=\Sigma' P_{ij}(i,j)=0.$$

» En retranchant (11) de (9), les termes indépendants de P s'effaceront mutuellement, et il ne restera que ceux qui contiennent les produits de P_1, $P_2, \ldots, P_n$, d'où, supprimant le facteur P, nous aurons enfin

$$(12)\qquad \Sigma' P_i(0,i)=0,$$

ou bien, en écrivant plus au long le système que représente l'équation (12) nous aurons les n équations

$$(13)\quad \begin{cases} \qquad\qquad P_1(0,1) + P_2(0,2) + \ldots = 0, \\ P(1,0) + \qquad\qquad + P_2(1,2) + \ldots = 0, \\ P(2,0) + P_1(2,1) + \qquad\qquad + \ldots = 0. \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{cases}$$

Afin de déduire les rapports $P : P_1 : \ldots$ de ces équations, soit que $[0,0]$, $[0,1]$, ... représentent les coefficients de $(0,0)$, $(0,1)$, ... dans le développement du déterminant

$$\begin{vmatrix} (0,0)\,(0,1)\ldots \\ (1,0)\,(1,1)\ldots \\ \ldots\ldots\ldots \end{vmatrix};$$

et encore, se rappelant que $(0,1) = (1,0)$, il résulte des propriétés des déterminants que $[0,1] = [1,0]$.

» Cela étant, supprimant la première équation du groupe (13) et déduisant les rapports des forces de ceux qui restent

$$P : [0,0] = (-)^{n-1} P_1 : [0,1].$$

De la même manière, supprimant la seconde équation et déduisant les rapports des forces de celles qui restent, nous trouverons que

$$P : [1,0] = (-)^{n-1} P_1 : [1,1],$$

et ainsi de suite, supprimant successivement la troisième, la quatrième, etc., équation, et multipliant les résultats, nous aurons enfin

$$(14)\qquad P^2 : P_1^2 : \ldots = [0,0] : [1,1] \ldots.$$

» Lorsqu'il s'agit de quatre forces, le résultat de l'élimination de $P, P_1, \ldots$ de la série (14) égale ce que M. Sylvester a nommé le norm de

$$(15)\qquad \sqrt{(2,3)(1,4)} + \sqrt{(3,1)(2,4)} + \sqrt{(1,2)(3,4)},$$

c'est-à-dire le produit des quatre facteurs formés en donnant successivement aux termes de cette expression la suite de signes

$$\begin{matrix} + & + & + \\ - & + & + \\ + & - & + \\ + & + & - \end{matrix}$$

dont chacun des facteurs égalé à zéro donne le théorème de M. Cayley (*l. c.*, p. 830).

» Lorsqu'il s'agit de cinq forces, les mêmes considérations donnent

$$(16)\quad \left\{\begin{aligned} & P^2 : \text{norm}\left[\sqrt{(2,3)(1,4)}+\sqrt{(3,1)(2,4)}+\sqrt{(1,2)(3,4)}\right] \\ = {} & P_1^2 : \text{norm}\left[\sqrt{(4,0)(0,3)}+\sqrt{(0,0)(3,4)}+\sqrt{(0,4)(0,3)}\right] \\ = {} & P_2^2 : \text{norm}\left[\sqrt{(4,0)(1,3)}+\sqrt{(0,1)(3,4)}+\sqrt{(1,4)(0,3)}\right] \\ = {} & P_3^2 : \text{norm}\left[\sqrt{(0,1)(2,4)}+\sqrt{(1,2)(4,0)}+\sqrt{(2,0)(4,1)}\right] \\ = {} & P_4^2 : \text{norm}\left[\sqrt{(1,2)(3,0)}+\sqrt{(2,3)(0,1)}+\sqrt{(3,1)(2,0)}\right]. \end{aligned}\right.$$

» Lorsqu'il s'agit d'un nombre de forces au-dessous de *sept*, les expressions (14) permettent une transformation spéciale, remarquable non-seulement par son procédé algébrique, mais aussi par le changement de signification qui y est compris. Les formules telles que nous les avons posées représentent une quantité, et lorsqu'elles seront transformées elles exprimeront des conditions à remplir. En effet, lorsque le rapport entre une suite d'expressions et une autre est tel, que les équations

$$L : L' = M : M' = \ldots$$

subsistent, il résulte que, s'il y a une paire (e, g, L, L') dont aucun membre ne disparaît, l'évanouissement de M ou M' nécessite l'évanouissement de M' ou M, et cette interprétation subsiste quelle que soit la signification qui s'attache aux symboles L, L', M, M'.

» Revenant donc à la matrice

$$\begin{matrix} a & b & c & f & g & h \\ a_1 & b_1 & c_1 & f_1 & g_1 & h_1 \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \end{matrix}$$

et l'arrangeant ainsi

$$\begin{matrix} f & g & h & a & b & c \\ f_1 & g_1 & h_1 & a_1 & b_1 & c_1 \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \end{matrix}$$

et multipliant les deux matrices selon la règle ordinaire de la multiplication des déterminants, nous aurons

$$(17)\quad \left\{\begin{matrix} af + bg + \ldots & af_1 + bg_1 + \ldots \\ a_1f_1 + b_1g + \ldots & a_1f_1 + bg_1 + \ldots \\ \ldots & \ldots \end{matrix}\right.$$

et ce résultat est bon, quel que soit le nombre de lignes dans la matrice originale. Dans le même sens, on peut écrire (17), ou, ce qui est la même chose,

$$\begin{matrix} . & (0,1) & (0,2)\ldots \\ (1,0) & . & (1,2)\ldots \\ (2,0) & (2,1) & .\ \ldots \\ \ldots & \ldots & \ldots \end{matrix} = -\begin{pmatrix} a & b & c & f & g & h \\ a_1 & b_1 & c_1 & f_1 & g_1 & h_1 \\ \ldots & & & & & \end{pmatrix}^2$$

Lorsque la matrice a six lignes, le résultat sera le carré négatif du déterminant des équations (8), et il est, en conséquence, une autre forme de la condition de l'équilibre. Les expressions pour les forces peuvent se résoudre de la même manière. En effet, en résolvant les expressions $[0,0]$ $[1,1]$ qui sont de la même forme que (17) dans la manière indiquée par cette équation, nous pouvons écrire

$$\begin{aligned} P^2 : P_1^2 : \ldots &= [0,0]:[1,1]:\ldots \\ &= \begin{pmatrix} a_1 b_1\ldots \\ a_2 b_2\ldots \\ \ldots \\ a_5 b_5\ldots \end{pmatrix}^2 : \begin{pmatrix} a_2 b_2\ldots \\ a_3 b_3\ldots \\ \ldots \\ ab\ldots \end{pmatrix}^2 : \ldots, \end{aligned}$$

ou, en prenant les racines carrées,

$$P : P_1 : \ldots = \begin{matrix} a_1 b_1\ldots \\ a_2 b_2\ldots \\ \ldots \\ a_5 b_5\ldots \end{matrix} : \begin{matrix} a_2 b_2\ldots \\ a_3 b_3\ldots \\ \ldots \\ ab\ldots \end{matrix} : \ldots$$

qu'il faut envisager, non comme une expression de quantité, mais comme indiquant les conditions qui doivent se remplir si une quelconque des forces disparaît. Ainsi si $P = 0$ la première matrice (c'est-à-dire les déterminants qui peuvent en être déduits) disparaît, c'est-à-dire il nous faut que

$$\left\|\begin{matrix} a_1 & b_1\ldots \\ a_2 & b_2\ldots \\ \ldots & \ldots \\ a_5 & b_5\ldots \end{matrix}\right\| = 0,$$

expression, comme je l'ai démontré ailleurs, qui renferme toutes les conditions nécessaires à l'équilibre des cinq forces qui restent; de sorte que, pour un nombre quelconque de forces au-dessous de sept, nous pou-

vons écrire

$$P : P_1 : \ldots = \left\| \begin{matrix} a_1 & b_1 & c_1 & f_1 & g_1 & h_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 & f_2 & g_2 & h_2 \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \end{matrix} \right\| : \left\| \begin{matrix} a_2 & b_2 & c_2 & f_2 & g_2 & h_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 & f_3 & g_3 & h_3 \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \end{matrix} \right\|$$

en permutant cycliquement les lignes $a, b, \ldots, a_1, b_1, \ldots : \ldots$ et rattachant toujours aux équations la signification que, si une force quelconque disparaît, les déterminants de la matrice correspondante disparaîtront aussi, et *vice versâ.* »

PALÉONTOLOGIE. — *Les fossiles de l'Attique ont-ils exercé une influence sur la mythologie?* Note de **M. A. Gaudry.**

« Il y a treize ans que l'Académie a bien voulu me charger d'entreprendre des fouilles paléontologiques en Grèce. J'ai consacré le temps qui s'est écoulé depuis cette époque à faire les recherches nécessaires pour bien remplir la mission qui m'a été donnée; ces recherches sont aujourd'hui terminées; j'ai l'honneur de remettre à l'Académie la dernière livraison de mon ouvrage intitulé : *Animaux fossiles et géologie de l'Attique.*

» Dans la première partie de cet ouvrage, j'ai eu principalement pour but de prouver que la comparaison des mammifères de Pikermi avec les autres mammifères vivants et fossiles tend à rendre probable la théorie de la transformation des espèces. La seconde partie a été consacrée à l'examen des terrains de l'Attique et des pays qui en sont voisins; elle est accompagnée d'une carte géologique au $\frac{1}{200000}$; pour les coloriages de cette carte, j'ai adopté, autant que les conditions locales le permettaient, les teintes de la carte de France dressée par MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont. Dans le rapport bienveillant que M. d'Archiac avait fait, en 1861, sur le manuscrit de mon travail de géologie, il avait signalé l'utilité d'ajouter quelques notions lithologiques : M. Daubrée et M. Damour m'ont donné des renseignements qui m'ont permis de satisfaire à la demande de M. d'Archiac. Le directeur du journal de conchyliologie, M. Fischer, m'a aidé à faire connaître les restes des animaux mollusques. Les plantes fossiles ont été l'objet d'un Mémoire spécial où M. le comte de Saporta a résumé les recherches de M. Brongniart et de M. Unger sur la flore miocène de la Grèce.

» Mon ouvrage se termine par un chapitre où j'ai cherché à montrer que l'étude de la géologie peut jeter de la lumière sur quelques points de l'histoire ancienne des Athéniens. Je ne présenterai pas un résumé de ce chapitre; je demande seulement à l'Académie la permission d'attirer son

attention sur un paragraphe qui a pour titre : *De la connaissance des fossiles*.

» Dans la plupart des pays, les légendes d'êtres monstrueux ou gigantesques ont été basées sur la découverte d'ossements fossiles; il serait donc naturel de supposer que les animaux de Pikermi ont joué un rôle dans la mythologie grecque. Ce gisement si riche, placé à quatre heures de marche d'Athènes, près de la route qui va de cette ville à Marathon, a dû échapper difficilemeut à la perspicacité des Grecs; les os des Mastodontes, des Dinotherium, de l'Ancylotherium, de l'Helladotherium, de la Girafe, sont remarquables par leur forme spéciale et surtout par leur grandeur extraordinaire. Toutefois, je suis surpris de ne rencontrer aucune mention des débris de Pikermi chez des auteurs de l'antiquité qui ont parlé d'os pétrifiés trouvés sur d'autres points, notamment chez Pausanias, qui, dans sa description si exacte et si détaillée de l'Attique, au lieu de signaler les os fossiles de cette province, raconte la découverte de ceux des portes de Téménus en Asie Mineure. Dans tous les cas, si les animaux de Pikermi ont été observés par les anciens, ils ne l'ont été que d'une manière très-vague; on ne saurait prétendre qu'ils aient inspiré les poëtes et les artistes qui ont représenté le Sanglier d'Érymanthe, la Chèvre amalthée, le Taureau de Marathon, le Lion de Némée ou Pégase. En effet, la bête fossile, à laquelle Wagner a donné la désignation de *Sanglier d'Érymanthe*, n'est pas le Sanglier d'Érymanthe de la mythologie ; on a attribué à ce dernier de très-fortes défenses, au lieu que l'espèce des temps géologiques avait de petites canines. Le Ruminant, appelé par Wagner *Chèvre amalthée*, n'était pas une Chèvre, mais une véritable Antilope, et le prétendu Taureau de Marathon, signalé par le même naturaliste, n'était pas un Taureau; sa détermination a été basée sur des molaires d'animal voisin des Chevaux. On n'a pas trouvé à Pikermi de Lion proprement dit; en compensation, on y a découvert un Machairodus, puissant carnassier que les artistes n'auraient pas manqué de figurer, s'ils eussent aperçu ses canines en forme de lames de poignard avec des bords à dents de scie. Quant à Pégase, c'est un produit fantastique; personne ne pensera qu'il a été inspiré par le Cheval, nommé *Hipparion*, qui avait des pieds à trois doigts. Il reste probable que la plupart des animaux de la mythologie grecque ont été imaginés, non pas d'après l'observation de restes fossiles, mais d'après un lointain souvenir d'êtres vivants que les premiers hommes ont connus. Étienne-Geoffroy Saint-Hilaire a déjà rappelé que, lors de l'invasion de Xerxès, il y avait des Lions en Macédoine, qu'au temps de Pausanias le même pays nourris-

sait des Aurochs, et que, dans le Parnès, on chassait l'Ours et le Sanglier.

» S'il est douteux que les anciens aient remarqué les grands quadrupèdes de l'Attique, il est, au contraire, très-vraisemblable qu'ils ont observé les coquilles fossiles de cette province. Au dire de Strabon, le Pirée tire son nom de ce qu'il a été jadis au delà du rivage; suivant Pline, il a gagné 5000 pas vers la mer. La géologie confirme cette opinion; la côte sud de l'Attique, autour du Pirée, est bordée par des terrains riches en fossiles marins; ces terrains prouvent qu'à l'époque pliocène la mer s'avançait dans l'intérieur des terres à une lieue plus loin qu'aujourd'hui; si les Grecs l'ont su avant nous, c'est sans doute qu'ils ont vu les huîtres, les peignes et les autres coquilles marines dont les roches sont remplies.

» Le nom de *Péloponèse* (île de Pélops) révèle la croyance que le Péloponèse a été une île, et cette croyance a pu reposer également sur des observations géologiques; en effet, l'inspection de l'isthme de Corinthe montre qu'à sa place il y avait autrefois un bras de mer formant une séparation entre le Péloponèse et le reste de la Grèce. Pausanias nous apprend que Mégare, ville placée très-près de l'isthme, possède des pierres pleines de *coquilles marines;* puisque les anciens regardaient les coquilles de Mégare comme des produits de la mer, ils devaient également connaître l'origine de celles que renferment les roches pliocènes de Corinthe; ces roches ont été l'objet de vastes exploitations, ainsi que le témoignent de nombreuses carrières, et on y rencontre une multitude de peignes, d'huîtres et d'autres coquilles semblables aux espèces actuelles des mers voisines (1). »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Note sur les valeurs de l'électricité et de l'ozone observées à Moncalieri dans le temps du choléra; par le* **P. F. Denza.**

« L'action que l'ozone exerce sur l'organisme animal comme agent météorologique est encore contestée par les savants. Maintes observations et maints travaux ont été faits jusqu'à présent pour découvrir la relation qui peut exister entre la présence de cet élément dans l'atmosphère et quelques maladies prédominantes, telles que les fièvres intermittentes, la grippe, le choléra.

» De même que l'électricité atmosphérique doit avoir une étroite liaison avec l'ozone et une influence certainement plus grande sur les phéno-

---

(1) En présentant cette Note à l'Académie, M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, la 19e et dernière livraison de l'ouvrage publié par M. *A. Gaudry*, sous le titre : *Animaux fossiles et Géologie de l'Attique.*

mènes; de même aussi il est important de rechercher quelle liaison il peut y avoir entre cet élément météorique et les différentes phases de l'hygiène publique. De sérieuses études ont déjà été faites dans ce but, et l'on a même fait remarquer l'absence totale ou partielle du fluide électrique dans l'atmosphère à l'approche du choléra.

» Toutefois des observations faites ailleurs, particulièrement ces dernières années, ont donné des résultats tout à fait contraires. On a trouvé de l'ozone et de l'électricité en quantité suffisante, même dans les lieux où le choléra était plus intense et plus meurtrier. De là surgit la nécessité de multiplier les observations dans des cas pareils, pour pouvoir déterminer nettement les corrélations dont nous poursuivons la recherche, et qui, il faut l'avouer, sont assez délicates et difficiles à découvrir.

» Dans ce but, nous avons continué attentivement nos observations électriques et ozonoscopiques durant les mois passés, où la funeste épidémie circulait par toutes les contrées de l'Italie ; nous le pouvions aisément, parce que dans notre établissement on observe l'électricité atmosphérique toutes les trois heures, depuis 6 heures du matin jusqu'à 9 heures du soir, et l'ozone à des périodes de douze, de six et de trois heures.

» Par bonheur (non pour nos observations, mais pour la santé publique), le choléra ne s'est fait sentir que très-peu à Moncalieri, tandis que dans les environs, et surtout à Turin, il a sévi vigoureusement à la fin du mois d'août et au commencement de septembre.

» Or, en examinant les valeurs de l'électricité et de l'ozone obtenues pendant ces jours, nous avons été surpris de voir que l'électricité manquait presque entièrement, contrairement à ce qui avait lieu pour l'ozone.

» Pour que l'on puisse se former une juste idée de la marche de ces deux éléments durant ce temps, nous mettons ici un tableau contenant les valeurs moyennes obtenues pour l'électricité, et pour l'ozone dans la dernière décade du mois d'août et la première du mois de septembre. Les valeurs moyennes de l'électricité sont déduites des observations faites de trois en trois heures; pour l'ozone, nous avons cru à propos de mettre les valeurs moyennes résultant des observations faites aux périodes de trois et et de six heures.

Valeurs moyennes de l'électricité et de l'ozone observées à Moncaliéri depuis le 21 août jusqu'au 10 septembre 1867.

JOURS.	AOUT.			JOURS.	SEPTEMBRE.		
	ÉLECTRICITÉ.	OZONE.			ÉLECTRICITÉ.	OZONE.	
	3 heures.	3 heures.	6 heures.		3 heures.	3 heures.	6 heures.
21	8,1	2,8	3,5	1	0,5	2,3	4,1
22	5,0	3,5	5,3	2	1,6	2,1	3,3
23	21,8	4,8	6,0	3	2,2	2,7	3,9
24	9,1	4,9	5,3	4	0,0	3,4	4,7
25	0,1	3,2	4,5	5	0,1	3,2	4,8
26	0,0	4,3	5,3	6	0,1	3,0	4,3
27	13,4	4,5	5,8	7	5,2	2,6	4,5
28	18,7	5,1	5,9	8	7,0	3,3	5,2
29	0,1	2,6	4,0	9	9,2	1,5	4,1
30	0,0	1,0	3,8	10	9,0	2,8	5,2
31	0,3	2,9	3,5				

» D'après ce tableau, il est manifeste :

» 1° Que l'électricité manqua entièrement ou presque entièrement du 25 août au 6 septembre (jours où le choléra eut le plus de force à Turin). Depuis ce jour, elle reprend sa marche régulière. Les valeurs trop fortes du 27 et du 28 août doivent être attribuées aux orages qui eurent lieu ces deux jours.

» 2° Que l'ozone diminua, lui aussi, depuis le 28, mais d'une manière beaucoup moins sensible et plus incertaine ; il ne s'éleva de nouveau que dans la seconde décade de septembre, comme il résulte des observations faites durant ces jours, mais que nous avons cru inutile de rapporter ici.

» Donc, quoique l'Observatoire de Moncalieri soit situé à 8 kilomètres de la ville de Turin, les conditions électriques de notre atmosphère se sont néanmoins ressenties des influences de la maladie qui dominait dans cette ville; et elles s'en sont ressenties beaucoup plus que les conditions ozonoscopiques. Ce défaut de fluide électrique ne saurait être attribué à d'autres causes, car les autres circonstances atmosphériques n'offraient rien de particulier durant les jours dont nous parlons. Quoique dans les

conditions normales de l'atmosphère il ne manque pas de cas où l'électricité fait entièrement défaut, cela n'arrive guère que d'une manière passagère, et jamais avec autant de persistance que dans les jours cités plus haut. Quant à l'ozone, nous ne devons pas dissimuler que nous l'avons observé dans des circonstances peu favorables, parce que les papiers iodurés étaient peut-être exposés à une hauteur trop considérable (40 mètres au-dessus de la vallée du Pô, et 20 mètres au-dessus du plan de la ville); et les observations de Boeckel et d'autres ont fait voir que la production d'ozone se trouve en général d'autant plus constante que le point d'observation est plus élevé au-dessus du sol. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur une nouvelle matière colorante appelée* xylindéine *et extraite de certains bois morts.* Note de **M. A. Rommier**, présentée par M. P. Thenard.

« On rencontre parfois dans la forêt de Fontainebleau, mais plus rarement dans d'autres forêts, des morceaux de bois mort qui se font remarquer par une teinte bleu-verdâtre souvent très-prononcée.

» M. Fordos a étudié ces bois, et il y a trouvé une matière qu'il indique comme d'un vert foncé, amorphe, soluble dans les acides sulfurique et nitrique, et précipitable sans altération par l'eau. Quant aux alcalis caustiques ou carbonatés, ils lui communiquent une teinte vert-jaunâtre, et le composé qui en résulte, en opposition avec le précédent, devient insoluble dans le chloroforme, mais reste insoluble dans l'eau. Cependant, si on le traite par un acide, la matière est isolée et reprend ses propriétés premières. M. Fordos a donné à cette matière le nom d'*acide xylochloérique*.

» Habitant souvent Fontainebleau, nous avons pu nous procurer une vingtaine de kilos de cette sorte de bois mort, et, l'ayant étudié à notre tour, nous y avons rencontré une nouvelle matière qui mérite peut-être quelque intérêt. Comme celle de M. Fordos, elle est solide, amorphe, et d'un vert foncé; mais l'eau la dissout très-facilement quand elle est hydratée en prenant une couleur d'un bleu vert magnifique; et, sauf l'acide acétique qui la fait virer seulement au bleu, la plupart des autres acides et même le sel marin la précipitent en vert.

» Mais la différence entre cette nouvelle matière et l'acide xylochloérique est encore plus marquée avec les alcalis caustiques ou carbonatés : tandis que, en effet, l'une se dissolvant on ne peut plus facilement en prenant une couleur verte quand l'alcali ne domine pas, qui passe au vert

jaunâtre quand il est en excès, la matière de M. Fordos reste tout à fait insoluble et devient vert jaunâtre.

» Ainsi que l'acide xylochloérique, les acides sulfurique, nitrique et chlorhydrique concentrés dissolvent notre matière, mais ils l'altèrent rapidement.

» Elle forme une laque verte et tout à fait insoluble dans l'eau, l'alcool, etc., avec la chaux et la magnésie.

» Qu'elle soit anhydre ou hydratée, l'alcool concentré, l'éther, l'esprit de bois, le sulfure de carbone, la benzine ne la dissolvent pas; mais quand elle est hydratée, le chloroforme prend avec elle une teinte légèrement bleue, qui pourrait la faire confondre avec l'acide xylochloérique.

» Mais le fait le plus intéressant, c'est qu'à la manière de l'indigo elle se réduit dans l'alcool à 85 degrés en présence de la potasse et du glucose, et la dissolution, qui d'abord passe au brun, devient verte au contact de l'air et abandonne bientôt la matière qui se dépose sous forme gélatineuse; c'est aussi un mode de purification.

» Elle se fixe d'ailleurs très-facilement et sans mordant sur la soie et la laine, et leur communique une belle teinte bleu-vert très-brillante à la lumière artificielle, qui, avec plus de vigueur, rappelle le vert de Chine. Pour teindre, il faut d'abord ajouter de l'acide acétique dans une solution aqueuse ou ammoniacale de la nouvelle matière, puis y tremper les fils à teindre, qu'on ne retire que quand le bain a été lentement porté à 80 degrés, pour les laver alors avec de l'eau légèrement aiguisée d'acide chlorhydrique.

» Toutes ces propriétés nous semblent assez caractérisées pour nous permettre de penser que la matière que nous avons étudiée diffère essentiellement de celle décrite par M. Fordos sous le nom d'*acide xylochloérique* et de lui donner un nom particulier.

» En raison de ce que nous l'avons extraite du bois, et par suite de quelques-unes de ses propriétés qui la rapprochent de l'indigo, nous proposons de l'appeler *xylindéine*.

» La xylindéine se prépare de la manière suivante :

» Le bois est séché, réduit à l'état de poudre et traité à plusieurs reprises par une solution alcaline au centième de soude ou de potasse; la liqueur est alors recueillie par filtration et par compression à travers une toile, puis traitée par l'acide chlorhydrique, qui y forme un volumineux précipité qu'on lave avec de l'eau légèrement acide.

» Un kilogramme de bois ainsi teinté donne en moyenne 60 à 80 grammes de précipité sec, qui est alors repris par 20 grammes de potasse dans 1 litre d'eau où il se dissout, puis traité par 2 litres d'alcool à 85 degrés et $\frac{1}{2}$ litre d'eau salée à saturation et surtout bien privée de sels calcaires et magnésiens. Dans ces conditions, l'alcool salé précipite la xylindéine et retient la plus grande partie des matières humiques qui l'accompagnent.

» Cependant il ne faudrait pas croire que du premier coup la matière soit pure; il faut souvent reprendre l'opération jusqu'à trois et quatre fois, c'est-à-dire jusqu'au moment où la dissolution alcoolique ne retient plus de matières brunes.

» On lave alors la matière précipitée à l'alcool, on redissout dans l'eau, puis on reprécipite par l'acide chlorhydrique et on dessèche sous la machine pneumatique.

» Dans ces conditions, le produit donne à l'analyse :

Carbone	50,23
Hydrogène	5,33
Azote	2,63
Oxygène	40,81
Fer et chaux	traces.

» Faut-il considérer la xylindéine comme une espèce chimique?

» Ses caractères bien que remarquables ne sont pas assez tranchés pour aller jusque-là, et nous croyons qu'il est prudent de la laisser au rang des matières colorantes du genre indigo, qui ne sont pas encore bien déterminées.

» Maintenant d'où vient-elle?

» Quand on examine au microscope le bois où elle s'est produite, on distingue au milieu des fibres, colorées d'ailleurs de diverses manières, des sporules ovoïdes vertes et disposées en chapelet, qui, sous l'influence du chloroforme, se désagrégent et disparaissent en teignant alors uniformément le bois en vert.

» D'après cela, faudrait-il incliner à croire que c'est un champignon particulier qui produit directement ou indirectement cette coloration? Nous abandonnons cette question aux botanistes.

» Le chêne est l'arbre où on la rencontre le plus souvent; cependant on la retrouve aussi sur le bouleau, le charme et le hêtre. »

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Commission chargée de préparer une liste de candidats à la place de Secrétaire perpétuel, vacante par suite du décès de *M. Flourens*, présente la liste suivante, disposée *par ordre d'ancienneté* :

M. Dumas.
M. Coste.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures et demie. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 13 janvier 1867, les ouvrages dont les titres suivent :

Tableaux de population, de culture, de commerce et de navigation formant, pour l'année 1865, *la suite des tableaux insérés dans les Notes statistiques sur les colonies françaises.* Paris, 1867; in-8°. (2 exemplaires.)

Des maladies populaires et de la mortalité à Paris, à Londres, à Vienne, à Bruxelles, à Berlin, à Stockholm et à Turin en 1866, *avec une étude médico-hygiénique sur les consommations dans ces villes; par* le Dr L. VACHER. Paris, 1867; in-8°.

Le choléra. — Nouvelles recherches sur le mode de contagion, la nature et le traitement de cette maladie; par M. G. LE BON. Paris, 1868; br. grand in-8°.

Étude sur les raisins, leurs produits et la vinification; par M. L.-R. LE CANU. Paris, 1868; br. in-8°.

Hydraulique agricole. — Applications. — Les canaux d'irrigation de l'Italie septentrionale; par M. NADAULT DE BUFFON; 2e édition. Paris, 1862; 2 vol. in-8° avec atlas in-folio.

Animaux fossiles et géologie de l'Attique; par M. Albert GAUDRY, 19e et dernière livraison. Paris, 1868; in-4° avec planches.

Exposition élémentaire de la théorie mécanique de la chaleur appliquée aux machines; par M. E. JACQUIER. Paris, 1867; br. in-8°.

Études sur l'Exposition de 1867, *Annales et Archives du* XIX[e] *siècle; par* M. Eug. LACROIX, 14[e] fascicule, 10 janvier 1868. Paris, 1868; grand in-8° avec planches.

Service hydrométrique du bassin de la Seine. — Observations pluviométriques faites en 1866. 7 cartes publiées par le Bureau hydrométrique.

Medico-chirurgical... *Transactions médico-chirurgicales publiées par la Société royale médicale et chirurgicale de Londres*, t. L. Londres, 1867; in-8° relié.

Action... *Action de la lumière solaire sur le verre; par* M. Thomas GAFFIELD. New-Haven, 1867; br. in-8°.

Come... *Sur la structure de l'organe qui donne la lumière dans la Lucciola volante de l'Italie centrale* (Luciola italica) *et sur celle des fibres musculaires dans ces Insectes et autres Arthropodes; par* M. A. TORGIONI TOZZETTI. Milan, 1866; in-4°.

Studii... *Étude sur les Cochenilles; par* M. A. TORGIONI TOZZETTI. Milan, 1867; in-4° avec planches.

(Ces deux derniers ouvrages sont extraits des *Mémoires de la Société italienne des Sciences naturelles.*)

ERRATUM.

(Séance du 23 décembre 1867.)

Page 1072, ligne 5 de la 1[re] colonne du tableau, *au lieu de* Tour de Gisey, *lisez* Tour de Gizzy.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 JANVIER 1868.

PRÉSIDENCE DE M. DELAUNAY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ZOOLOGIE. — *Annélides.* — *Observations sur une brochure de* M. Éd. Claparède, *intitulée* « De la Structure des Annélides »; *par* **M. DE QUATREFAGES.**

« M. Claparède a publié, il y a deux ou trois mois environ, une brochure consacrée pour la plus grande part à l'examen de mon *Histoire naturelle des Annélides.* La juste autorité du nom de ce naturaliste, l'importance qu'il a évidemment attachée à cet écrit (1), me font une nécessité de présenter à ce sujet quelques observations.

» J'éprouve cependant un certain embarras à le faire, et j'ai longtemps hésité. Voici pourquoi :

» M. Claparède a bien voulu accorder à mon livre des éloges dont je suis touché et reconnaissant. En n'acceptant pas en silence toutes les critiques qui accompagnent ces éloges, je m'expose à passer pour un auteur bien difficile à contenter et qui croyait son œuvre parfaite. Une semblable prétention est très-loin de ma pensée. Je sais trop qu'on n'écrit pas un livre

(1) Cette brochure a déjà paru, sous la forme d'*article*, dans les *Archives de la Science* de la *Bibliothèque universelle de Genève* (septembre 1867). M. Claparède nous apprend, en outre, que cet article lui-même était tiré de l'*Introduction* d'un travail sur les *Annélides du golfe de Naples.* L'auteur a donc demandé à une triple publicité la plus grande diffusion possible de son œuvre.

de ce genre sans y laisser bien des omissions et bien des erreurs que la critique a non-seulement le droit, mais presque le devoir de relever.

» Toutefois, il me serait pénible qu'on se méprît sur ce que j'ai dit ou voulu dire, et qu'on accrût ainsi outre mesure le chiffre réel des imperfections de mon travail. Il est, d'ailleurs, un certain nombre de points sur lesquels je crois pouvoir en appeler du premier jugement de M. Claparède, soit à lui-même, soit à nos confrères. C'est à ces divers points de vue, et surtout au premier, que je voudrais dire quelques mots de la publication dont il s'agit.

» *A*. M. Claparède a fréquemment présenté ma manière de voir sous un jour très-inexact; il m'a même prêté des opinions diamétralement opposées à celles que j'ai réellement soutenues, soit sur des questions générales, soit sur des points particuliers.

» Pour justifier cette réclamation, il me suffira de mettre en regard quelques textes empruntés à la brochure du savant genevois et à mon propre ouvrage.

» I. A diverses reprises, M. Claparède me prête une opinion absolue et générale, alors que mes paroles ont bien évidemment un sens restreint et ne portent expressément que sur ce que j'ai vu par moi-même.

» Par exemple, dans le premier alinéa de sa brochure, M. Claparède s'exprime ainsi en parlant du golfe de Naples :

« ... Et je pus, dès le premier jour, me convaincre combien est » erronée cette opinion de M. de Quatrefages que les côtes volcaniques » sont pauvres en Annélides (1). »

» Voici la note de mon ouvrage à laquelle M. Claparède fait allusion :

« Je dois ajouter que toutes les côtes volcaniques *que j'ai visitées* se sont » montrées remarquablement pauvres, *sauf en petites espèces vivant dans les* » *fucus et les algues.* » (*Histoire naturelle des Annélides,* t. I, p. 153; en note.)

» Ces deux textes expriment-ils vraiment la même pensée?

» II. Voici un second exemple où le contraste est bien plus frappant.

» En parlant de ce que j'ai dit de la localisation des faunes, M. Claparède s'exprime ainsi :

« M. de Quatrefages n'admet point, par exemple, que la Méditerranée » et l'Océan puissent être habités par une même espèce. » (*De la Structure des Annélides*, p. 38.)

---

(1) Le golfe de Naples n'a-t-il donc que des côtes volcaniques? Peut-on le regarder comme un *type* à cet égard?

» Voici ce que j'ai dit en réalité, après avoir fait quelques réserves relativement à l'insuffisance des données que nous possédons :

« Je me bornerai donc à signaler un fait *qui résulte de mes dernières re-*
» *cherches*. Sur un assez grand nombre d'espèces *que j'ai pu comparer*, je
» n'en ai pas trouvé une seule qui appartînt *avec certitude* à la fois à la
» Méditerranée et à l'Océan. En particulier, pas une seule des espèces re-
» cueillies sur nos côtes occidentales, dans l'espace compris entre Boulogne
» et Saint-Sébastien, ne s'est retrouvée sur nos côtes méridionales non plus
» que sur les côtes d'Italie.

» *Il est d'ailleurs évident que cette différence entre les faunes des deux mers*
» *doit cesser là où ces mers se joignent, et je suppose que les eaux de Cadix et*
» *celles de Gibraltar doivent présenter plusieurs espèces identiques.* » (*Histoire naturelle des Annélides*, t. I, p. 148.)

» On voit que j'admets parfaitement que la Méditerranée et l'Océan peuvent être habités par une même espèce.

» III. Quant à mon opinion générale sur cette localisation, la voici textuellement :

« De l'ensemble de mes observations, je crois pouvoir conclure que le
» nombre des espèces communes à deux continents, à deux hémisphères,
» aux mers orientales et occidentales de deux continents, etc., s'il n'est pas
» absolument nul, sera toujours extrêmement restreint. »

» Ce que dit M. Claparède de *quelques espèces* paraissant bien positivement communes aux deux mers (*Océan* et *Méditerranée*) fût-il entièrement exact, la proposition ci-dessus n'en serait pas infirmée. Mais il faudra certainement restreindre le nombre de ces espèces plus que ne le fait mon savant contradicteur.

» IV. Sans sortir du paragraphe consacré par M. Claparède à l'examen de mon chapitre relatif à la distribution géographique des Annélides, voici un autre passage que je m'explique encore moins que les précédents :

« Il (M. de Quatrefages) insiste surtout sur l'impossibilité pour une
» espèce littorale de supporter des conditions de vie aussi dissemblables
» que celles qui résultent de la présence ou de l'absence des marées. » (*De la Structure des Annélides*, p. 39).

» Ici il m'est impossible d'opposer le moindre texte à celui de mon savant critique. Dans tout le chapitre consacré à la distribution géographique des Annélides, il n'est pas même question des marées. Le mot *marée* ne s'y trouve même pas. (*Histoire naturelle des Annélides*, p. 143 à 153).

» Pour justifier son assertion, M. Claparède invoquera-t-il un passage

tiré d'un autre chapitre relatif aux observations que j'ai faites sur les Annélides vivant en liberté? Le voici en entier, et le lecteur pourra juger par lui-même.

« Si un grand nombre d'Annélides sont faites pour être abandonnées » d'une marée à l'autre dans la vase, dans le sable du rivage, ou même » dans leur tube, dont l'intérieur est quelquefois desséché, toujours est-il » qu'on n'en rencontre jamais au-dessus de la limite des marées, ni même » dans les premières zones que le flot vient recouvrir. Les premières qui » se montrent m'ont paru appartenir au groupe des Ariciens, puis apparaissent les Aphroditiens, les Néréidiens, les Arénicoliens, les Euni- » ciens,....

» Je n'ai jamais trouvé que dans les zones les plus inférieures certaines » espèces de Glycères, de Clymènes. Enfin, il en est un certain nombre » que je n'ai jamais rencontrées à découvert. Tel est le grand Chétoptère » de nos côtes; et il me paraît probable qu'un grand nombre d'espèces, » qui peut-être nous échapperont toujours, doivent être dans le même » cas. » (*Histoire naturelle des Annélides*, p. 128.)

» On voit qu'il ne s'agit ici nullement *des conditions de vie* résultant de la présence ou de l'absence des marées, pas plus que de l'influence que ces conditions peuvent exercer sur les Annélides.

» Évidemment ce passage a pour but unique de constater le fait général de la répartition des espèces en zones superposées dans un lieu donné. La marée n'intervient ici que comme fournissant les points de repère.

» Est-ce à dire qu'elle soit sans action sur cette répartition? Je ne le pense pas. Mais j'ai insisté moi-même à propos des Hermelliens sur ce fait que « les alternatives d'immersion et d'émersion ne paraissent pas être une » condition d'existence absolue. » J'ai cité à ce sujet les anciennes observations de MM. Audouin et Edwards en les confirmant par les miennes propres. (*Annales des Sciences naturelles*, 3e série, t. X.)

» Dès 1848, j'ai donc soutenu et motivé une opinion précisément contraire à celle que me prête l'auteur de la brochure.

» M. Claparède a évidemment *oublié* ce passage. Il a aussi *oublié* que dans ce même Mémoire (1848) j'ai fait connaître, après l'avoir expérimenté avec succès, le moyen indiqué par lui pour prolonger la vie des Annélides en captivité; *il oublie* que je suis allé dans cette voie plus loin qu'il ne paraît être allé lui-même; *il oublie* que j'ai rappelé succinctement ces faits dans l'ouvrage dont il rend compte. (*Histoire naturelle des Annélides*, t. I, p. 139.)

» J'aurais à signaler bien d'autres oublis de même nature dans le court écrit de M. Claparède. A quoi bon? Des récriminations n'ont jamais rien prouvé; et je sais qu'en pareille matière nous avons tous besoin d'indulgence (1). Aussi ne renverrai-je pas à M. Claparède les paroles qu'il m'adresse (*De la Structure des Annélides*, p. 9), et qu'il me permettra de trouver un peu plus que sévères. Le terme de *falsifications*, de quelque correctif qu'il soit suivi, est un de ceux que je n'emploierai jamais vis-à-vis d'un confrère dont j'estime les travaux et le caractère.

» V. Tout en acceptant que dans sa généralité la faune de la Méditerranée est bien distincte de celle de l'Océan, M. Claparède n'admet pas que la localisation des faunes soit aussi marquée que je l'ai dit. Il ajoute :

« M. de Quatrefages est, du reste, à chaque instant infidèle à sa théorie, » et, à l'appui de cette proposition, il cite *quatre exemples* empruntés à mon livre en disant : « Il (M. de Quatrefages) réunit la *Polynoe maculata*, etc. » M. Claparède ne fait aucune réserve, aucune remarque au sujet de ses citations.

» Je ferai observer d'abord que, de ma part, la localisation des faunes n'est nullement une *théorie*. C'est un *fait général*, résultant d'une foule de faits particuliers qui se sont présentés à moi, un à un, l'un après l'autre, et m'ont peu à peu conduit à la conclusion que j'ai énoncée. J'ai dit *ce que j'avais vu*, et le lecteur a pu juger par lui-même dans quels termes, fort différents de ceux qu'auraient pu faire supposer les expressions de M. Claparède, j'ai parlé de *mes observations*.

» Quand les éléments d'une étude personnelle me manquaient, quand ceux qui résultaient des études de mes confrères étaient ou me semblaient insuffisants, il est clair que je ne pouvais contrôler leurs conclusions. Au début, d'ailleurs, mon attention n'était pas éveillée. De là peut-être quelques rapprochements qui seront reconnus inexacts. Mais me suis-je pour cela contredit autant que l'assure M. Claparède, et les exemples invoqués par lui témoignent-ils en sa faveur?

» Oui, peut-être pour un.

---

(1) Je saisis cette occasion pour solliciter celle de mes confrères qui ont à se plaindre plus ou moins de mon silence. A titre de circonstance atténuante, je me permettrai d'invoquer mon ignorance de la langue allemande et des langues du Nord, ignorance qui a singulièrement ajouté aux difficultés de mon travail.

En tout cas, aucun d'eux, je l'espère, ne m'accusera d'avoir *cru pouvoir me passer des observations de mes devanciers* (*Structure des Annélides*, p. 9). Avant que M. Claparède m'en eût averti, je savais fort bien que ce serait *à mon détriment*.

» J'ai en effet laissé passer sans faire aucune remarque l'assimilation établie *par Grübe* entre une *Onuphis* de la Méditerranée et la *Nereis tubicola*, de Müller (*Onuphis tubicola*, Aud. et Edw.). Toutefois j'ai signalé les côtes de Danemark *comme seul habitat*, ce qui indique au moins quelque doute de ma part. (*Histoire naturelle des Annélides*, t. I, p. 351.)

» Quant aux trois autres exemples cités par M. Claparède, il est clair qu'il s'est mépris.

» 1° J'ai exprimé par un point d'interrogation (?) placé à la synonymie le doute que la *Lysidice rufa* de Gosse fût la même que la *Lysidice Valentina* de Savigny. (*Histoire naturelle des Annélides*, t. I, p. 377.)

» 2° Loin de réunir les *Polynoe maculata* et *fasciculosa* de Grübe à l'*Aphrodita cirrata* de Fabricius, comme M. Claparède croit que je l'ai fait, j'ai dit que ces deux espèces « en sont probablement très-distinctes. » (*Histoire naturelle des Annélides*, t. I, p. 234). J'ai combattu ainsi un rapprochement *dû à M. Grübe*, qui du reste ne s'était exprimé qu'avec doute. (*Die Familien der Anneliden*, p. 36.)

» 3° J'ai encore moins réuni la *Nereis bilineata*, ou du moins l'espèce que j'ai cru pouvoir rapporter à celle de Johnston, et la *Nereis cultrifera* de Grübe. J'ai au contraire combattu assez longuement le rapprochement qu'avait d'abord fait ce naturaliste, et auquel il avait renoncé plus tard. (*Histoire naturelle des Annélides*, t. I, p. 535.)

» Ainsi, dans ces exemples choisis par M. Claparède lui-même, ma pensée a été rendue fort inexactement au moins trois fois sur quatre; et l'auteur, m'attribuant des rapprochements faits par un autre que moi, est allé jusqu'à me prêter précisément l'opinion que j'avais formellement combattue.

» Les observations précédentes portent à peu près uniquement sur les passages consacrés par M. Claparède à examiner ce que j'ai dit relativement à la distribution géographique des Annélides, soit environ sur *deux pages* de sa brochure. Bien des pages restantes pourraient motiver de ma part des réclamations analogues; mais je crois inutile d'insister davantage sur cet ordre de considérations.

» Ce qui précède suffira, j'espère, pour que nos confrères ne jugent pas mon livre uniquement d'après l'écrit auquel je réponds à regret.

» On ne se méprendra pas d'ailleurs, je pense, sur ma pensée. Il ne m'est pas venu un instant à l'esprit de mettre en doute la parfaite bonne foi de mon honorable confrère de Genève. Mais il est évident qu'il n'avait pas mon livre sous les yeux quand il a rédigé sa brochure, et il est permis de

penser, qu'entraîné par *le désir* (1) de montrer le mieux possible ce qui nous sépare, il a outre-passé le but.

» Je n'accuserai pas pour cela M. Claparède de ne pas avoir *étudié consciencieusement* mon travail (2).

» *B*. Que dirai-je des erreurs que me reproche M. Claparède?

» Sans doute, il doit s'en trouver dans mon livre; je ne le sais que trop. J'avouerai même franchement que les affirmations de mon savant confrère ont soulevé des doutes dans mon esprit relativement à un certain nombre de points que je croyais décidément éclaircis, soit par les recherches de mes confrères, soit par les miennes propres.

» Mais il est d'autres points au sujet desquels, malgré la critique de M. Claparède, j'ai la certitude d'être resté dans le vrai.

» Par exemple, il me paraît impossible de ne pas voir un *véritable cristallin* dans un corps sphérique, transparent, que j'ai pu isoler, transporter sous mon microscope de manière à en mesurer approximativement la distance focale et à lui faire jouer le rôle d'un appareil d'éclairage de Dujardin.

» MM. Milne Edwards et Blanchard ont constaté ce fait lorsque j'ai étudié à côté d'eux la *Torrea vitrea*. (*Mémoire sur les Organes des sens des Annélides, Annales des Sciences naturelles*, 3e série, t. XIII; *Histoire naturelle des Annélides*, t. I, p. 91, Pl. IV, fig. 6 et 7.)

» Si je rappelle le témoignage de mes confrères, c'est que je tiens à éviter à M. Claparède un *étonnement* analogue à celui qu'il a manifesté au sujet de mes observations sur le système nerveux stomato-gastrique des Annélides (3).

» Relativement à ce dernier travail, je me borne à rappeler que les figures insérées dans les *Annales des Sciences naturelles* (3e série, t. XIV, Pl. VI à X)

---

(1) « *Je désire* insister sur les points où je ne puis être d'accord avec l'auteur. » (CLAPARÈDE, *Structure des Annélides*, p. 10.)

(2) « Combien d'erreurs que j'aurai à combattre auraient été évitées *si l'auteur* (M. de » Quatrefages) *eût étudié consciencieusement* les travaux de Rathke, de Delle Chiaje, de » M. Grübe et de tant d'autres. » (CLAPARÈDE, *Structure des Annélides*, p. 9.)

(3) Après avoir déclaré qu'il n'a pas su reconnaître cet appareil, et tout en disant que ce résultat négatif, dans des recherches si difficiles, *n'a pas une grande importance* (CLAP.). M. Claparède ajoute : « Je *m'étonne* pourtant de voir bien d'autres observateurs aussi peu » *heureux* que moi dans des tentatives toutes semblables. » (*Structure des Annélides*, p. 34.) M. Claparède dit un peu plus haut : « M. de Quatrefages a été assez *heureux* » pour..., etc. » Il me permettra d'ajouter que ce *bonheur* a été le résultat de recherches bien longues et fort difficiles, surtout au début.

sont la représentation *rigoureuse* de préparations que j'ai apportées à Paris et montrées à plusieurs de mes confrères français et étrangers. Malgré dix-huit ans d'immersion dans le liquide d'Owen, quelques-unes permettent encore de reconnaître au moins les faits essentiels, et je serais heureux de les mettre sous les yeux de M. Claparède (1).

» Je crois pouvoir encore ne pas accepter les critiques de M. Claparède portant sur des questions générales envisagées par nous d'une manière différente (*Détermination des Appendices, Classification...*, etc.); mais ici ce sera à nos confrères à décider entre nous.

» *C.* Enfin M. Claparède m'adresse un autre reproche qui m'a grandement surpris, je l'avoue.

» Le savant professeur de Genève se demande comment j'ai pu me laisser entrainer à décrire les Annélides conservées dans l'alcool au Muséum de Paris; il regarde ce genre de travail comme « profondément inutile. » Il ajoute que « les Annélides ne peuvent bien s'étudier qu'au bord de la mer » et à l'aide d'individus vivants. Décrire tant de *variétés alcooliques*, c'est » embarrasser la science d'un *caput mortuum* dont il faudra de longues » années pour se débarrasser. » (*Structure des Annélides*, p. 9.) Il accepte comme étant « trop vraie dans bien des cas » cette parole de M. le professeur Schjödte, de Copenhague : « Les musées pèsent lourdement sur la » science. »

» Eh bien! sur tous les points indiqués ici par M. Claparède je diffère d'opinion avec lui, et j'espère avoir pour moi à peu près tous les naturalistes.

» Certes, ce n'est pas moi qui protesterai contre l'immense utilité pour un naturaliste d'aller étudier la nature vivante sur le bord de la mer. Mon passé a d'ailleurs répondu d'avance. La presque totalité de mes travaux en zoologie a eu pour sujet les Invertébrés marins observés sur place et vivants.

» Mais je ne nie pas pour cela l'utilité des collections. Bien au contraire, je suis convaincu que sans elles tout ouvrage général est à peu près impossible. Or, sans ouvrages généraux, venant de temps à autre la résumer et la coordonner, la science resterait évidemment à l'état de chaos.

» Il m'est encore impossible de considérer comme *profondément inutiles* les travaux qui nous ont fait connaître les Annélides disséminées dans les

---

(1) Entre autre la préparation représentée dans la Pl. VII qui, plus que les autres sans doute, a dû *étonner* mon honorable critique.

divers musées de l'Allemagne, de la Suède ou du Danemark. Je puis affirmer que MM. Grübe, Kinberg, Kroyer, Mörch, etc., ont décrit autre chose que des *variétés alcooliques*.

» Sans doute, les formes générales du corps, celles de certaines parties molles, sont presque toujours quelque peu modifiées, et les couleurs disparaissent par suite de l'action de l'alcool. De là il résulte qu'un naturaliste, même habile, aurait de la peine à reconnaître les caractères délicats qui séparent les espèces dans cette classe, s'il ne les a sérieusement pratiquées sur le vivant.

» Mais si le naturaliste possède déjà cette expérience, il ne lui est pas très-difficile de faire la part des changements que je viens d'indiquer. En outre, le nombre et les rapports des appendices, la forme et la disposition des soies, des dents, des opercules, etc...., ne sont en rien altérés par l'immersion dans l'alcool; et, dans l'immense majorité des cas, la caractérisation des espèces, conservées avec soin, peut se faire avec plus de difficulté, mais avec tout autant de certitude que celle des espèces vivantes.

» Aussi, loin de croire avoir mérité un reproche, je crois avoir rempli un devoir *comme naturaliste* et *comme professeur au Muséum*, en faisant connaître de mon mieux les nombreuses espèces inédites que contenaient nos galeries. »

« **M. Milne Edwards** prend la parole pour rappeler que le travail de Savigny sur les Annélides, travail qui fit époque dans la science, fut fait en entier sur des animaux conservés dans l'alcool. Les belles recherches de ce naturaliste éminent sur les Ascidies composées furent faites dans les mêmes conditions. »

ÉLECTRICITÉ. — *Note sur les effets de coloration que présentent les décharges d'un appareil d'induction quand elles éclatent entre la surface supérieure d'un liquide et un conducteur métallique en platine; par* **M. Edm. Becquerel.**

« Dans la séance du 30 décembre 1867 (1), j'ai fait connaître les effets de lumière qui se produisent quand on fait éclater les décharges d'un appareil d'induction entre la surface supérieure d'une dissolution saline et l'extrémité d'un fil de platine tenu à distance; j'ai dit que la décharge se colorait avec des nuances différentes suivant la nature des sels existant dans la dissolution, et que l'on pouvait aisément reconnaître la nature de ces substances au moyen

(1) *Comptes rendus*, t. LXV, p. 1097.

des lignes ou bandes lumineuses que l'analyse de la lumière par réfraction permettait de distinguer. Depuis, j'ai pu faire de nouvelles observations sur ce sujet et obtenir plusieurs résultats dignes d'intérêt.

» J'ai déjà indiqué dans la Note précédente quelle est la disposition expérimentale, assez simple du reste, qui permet d'obtenir ces effets : les dissolutions salines sont placées dans un tube en verre, de façon que les décharges passent, dans le tube, entre la surface supérieure de la dissolution et l'extrémité d'un fil de platine isolé qui, pénétrant par le haut, se tient à plusieurs millimètres de la surface de ce liquide. Si l'appareil d'induction est de faible puissance, on peut n'observer aucun effet de coloration quand le fil est négatif; il faut qu'il soit positif. Mais si la bobine est puissante et le sel dissous aisément vaporisable, on observe une action quel que soit le sens de la décharge, et l'auréole dont s'entoure celle-ci présente, dans les deux cas, des effets de coloration; toutefois, le maximum est donné quand le fil est positif. Ce résultat est contraire à ce que l'on aurait pu supposer, car on sait que le transport matériel dans l'arc voltaïque, comme dans les liquides traversés par un courant électrique, a lieu dans le sens de la direction du pôle positif au pôle négatif; il montre que peut-être à la surface du liquide il se produit une décomposition polaire. Avec une bobine d'induction d'une certaine énergie, l'intensité lumineuse de la décharge ainsi que les nuances qu'elle présente prennent un grand éclat.

» La composition lumineuse étudiée par réfraction est plus complexe que celle qui résulte de l'introduction, dans la flamme non éclairante d'un bec de gaz, de quelques traces des sels renfermés dans la dissolution, et le nombre des raies ou bandes lumineuses que l'on voit est plus grand que dans ce dernier cas. D'abord l'eau est elle-même vaporisée, et l'on a en même temps que les raies qui dépendent des composés dissous, la composition lumineuse qui appartient à ses éléments constituants; ensuite, comme on le sait d'après les observations faites avec les étincelles électriques qui éclatent entre les conducteurs solides, la température est plus élevée que celle de la flamme d'un bec de gaz. Quant aux lignes qui proviendraient de la volatilisation du platine, elles doivent être faibles, car avec l'eau je ne les ai pas distinguées; avec les autres métaux il pourrait n'en être pas de même. Sans entrer dans de grands détails dans cette Note, on peut cependant citer les résultats suivants obtenus avec un appareil d'induction un peu énergique :

» Si l'on prend pour liquide de l'eau aussi pure que possible, l'intensité lumineuse des décharges est faible, et l'on aperçoit dans l'image spectrale

les deux raies rouges et bleues de l'hydrogène (correspondant aux raies noires C et F du spectre solaire), raies que l'on voit habituellement et avec plus d'intensité au moyen des tubes contenant de l'hydrogène raréfié. Je n'ai pu voir la raie violette correspondant à G; peut-être avec une intensité plus grande y parviendrait-on. Quant à la raie jaune du sodium, il est difficile de s'en affranchir, et comme j'opérais dans des tubes en verre, je n'ai pas essayé de le faire.

» Avec la dissolution concentrée d'acide chlorhydrique dans l'eau, la teinte de la décharge est légèrement violacée, et les deux raies rouges et bleues de l'hydrogène sont plus accentuées qu'avec l'eau. On voit, en outre de la raie jaune du sodium, une bande orangée ; quelques lignes beaucoup moins fortes se distinguent encore dans l'étendue du spectre, comme du reste lorsqu'on opère également avec l'eau.

» Il suffit d'une très-faible quantité d'une matière saline dans l'eau pour donner à la décharge la couleur due à cette substance ou à ses éléments. J'ai constaté que 1 millième de strontium en poids, dans l'eau, donne d'une manière très-tranchée la bande orangée et la raie bleue caractéristique du strontium. On aurait pu apprécier une quantité bien moindre de matière, comme le prouve la présence de la raie jaune du sodium dans un grand nombre de cas.

» Quand on se sert de dissolutions concentrées, alors les effets lumineux sont plus marqués, et avec les chlorures notamment, ils sont très-brillants. Les décharges prennent un grand éclat avec le chlorure de strontium (la teinte générale est rouge), le chlorure de calcium (teinte orangée), chlorure de sodium (teinte jaune), chlorure de magnésium (teinte verte), chlorure de cuivre (teinte vert-bleuâtre), chlorure de zinc (teinte bleue). Mais d'autres substances en dissolution dans l'eau, comme divers composés de baryum, de potassium, d'antimoine, de fer, de manganèse, d'argent, d'uranium, etc..., donnent également des effets plus ou moins marqués.

» En général, les raies lumineuses sont en plus grand nombre que celles observées avec les images spectrales des flammes contenant les mêmes substances salines, et cela tient, comme on l'a dit précédemment, à la température de l'auréole au sein de laquelle les matières se trouvent à l'état de vapeur, et qui est plus élevée que celle de la flamme; mais les lignes caractéristiques sont les mêmes que celles qui ont été données par MM. Kirchoff et Bunsen. Ainsi, avec une dissolution saturée de chlorure de strontium, en outre des raies orangé et bleu clair, on voit deux raies violettes dont une plus forte que l'autre, plusieurs raies vertes, dont une

également plus accentuée, puis un certain nombre de raies plus faibles dans les différentes parties du spectre.

» Le chlorure de lithium, en outre de la raie rouge et de la raie plus faible orangée, ainsi que de la raie du sodium dont il est difficile de s'affranchir, donne une raie bleue assez vive.

» La dissolution concentrée de chlorure de calcium, qui donne une lumière si vive, présente, parmi un très-grand nombre de raies, en outre de la bande orangée et de la raie verte qui sont si vives, plusieurs lignes bleues, parmi lesquelles la raie bleu foncé est très-vive.

» Le chlorure de magnésium, dans les mêmes conditions, offre, entre autres lignes, deux raies vertes très-vives et une raie bleu clair. Le chlorure de zinc donne, dans son image prismatique, une raie rouge, trois raies bleues très-vives, et parmi ses raies violettes, une ligne assez intense de cette couleur. Le nitrate d'argent, parmi ses raies, donne deux lignes vertes très-vives.

» Je pourrais multiplier ces exemples et parler des effets dus aux mélanges de plusieurs matières ainsi que de l'emploi de divers liquides, mais je me borne aujourd'hui à ces indications générales, ayant pour but seulement de faire connaître cette méthode d'expérimentation qui peut s'appliquer dans un grand nombre de cas. Si, dans les circonstances ordinaires et avec les sels des métaux alcalins, la flamme du gaz suffit pour l'analyse des effets optiques que présentent les matières gazeuses incandescentes, avec d'autres substances et dans des circonstances spéciales, la méthode que j'indique conduisant à une température plus élevée, peut offrir des avantages; elle est d'ailleurs d'un emploi facile. »

ASTRONOMIE. — *Sur les spectres stellaires; par le* **P. Secchi.** (Deuxième Note.)

« Je fais suite à ma dernière communication sur les spectres stellaires (*Comptes rendus*, t. LXV, p. 979). En continuant ces recherches, j'ai été amené à examiner les étoiles rouges, pour voir si cet examen confirmerait ce que j'avais entrevu de la nature de leurs spectres.

» On trouve un bon catalogue de ces étoiles dans la *Connaissance des Temps*, vol. XV, dressé par Lalande, et un autre plus étendu et complet dans les *Astronomische Nachcrichten*, n° 1591. J'ai donc examiné un grand nombre de celles qui sont maintenant visibles, jusqu'à la 8e grandeur. Cette limite est imposée par la lumière directe du ciel, qui donne tant de clarté dans le champ, que la lumière de l'étoile, étalée par la dispersion,

n'est plus reconnaissable pour des étoiles plus petites. Elle reste perceptible seulement pour les nébuleuses, qui n'offrent qu'une dispersion très-petite pour quelques raies. Ainsi, probablement, il y a là une limite absolue, même pour une lunette plus puissante que celle de 9 pouces.

» Les conclusions auxquelles je suis arrivé sont les suivantes :

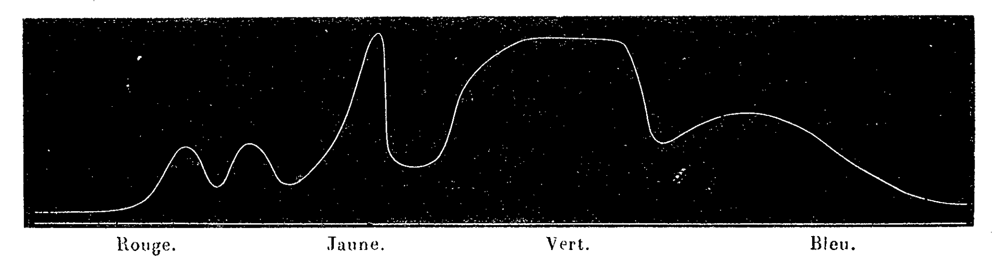
» 1° Les étoiles rouges ont généralement des spectres du troisième type (comme α Orion, α Hercule, β Pégase, Antarès, o Baleine, etc.) : lorsque la couleur est pâle, on peut la ramener à un intermédiaire entre le deuxième et le troisième.

» 2° Un grand nombre de ces étoiles de 5e ou 6e grandeur ont leur spectre parfaitement résoluble en colonnes, lesquelles sont résolubles elles-mêmes en lignes plus déliées; telles sont les suivantes :

Ascensions droites.	Déclinaisons.	Grandeurs.
$\alpha = 5^h.24^m.1^s$	$\delta = +18^\circ.29'$	5,5
4.46. 5	+ 2.16	5,5
4.44.37	+ 14. 1	5
22.59.57	+ 8.39	5,5
23.11. 6	+ 48.15	

» Il y en a un grand nombre d'autres qui ne peuvent pas se résoudre en lignes secondaires, à cause de leur faiblesse, mais dont les lignes principales suffisent pour indiquer le type.

» 3° Les étoiles qui ne se rapportent pas aux trois types établis ailleurs sont très-rares. Je viens d'examiner sans succès plusieurs centaines de petites étoiles, au-dessous de la 7e grandeur. Je viens d'en rencontrer une fort extraordinaire; elle appartient au catalogue de Lalande ($\alpha = 4^h 54^m 10^s$, $\delta = + 0^\circ 59'$). Son spectre est très-curieux : le rouge est divisé en deux bandes par une large ligne obscure; le jaune doré est réduit à une ligne très-claire et très-vive; après une large bande obscure, vient une large



bande vert-jaune, et, après un autre espace obscur, une zone bleue. L'intensité lumineuse peut se représenter à peu près par la courbe ci-dessus.

» Je crois que ce spectre n'est que l'exagération du troisième type; mais je n'ai pas encore de mesures exactes, l'instrument étant actuellement disposé seulement pour des recherches préliminaires.

» Quoique je n'aie pas encore examiné tout le ciel, je crois cependant assez probable qu'on trouvera très-peu de ces étoiles, et elles seront de la famille des étoiles rouges et des étoiles variables.

» Sirius, qui est très-haut maintenant à une heure commode, a été examiné avec le nouveau spectroscope à oculaire cylindrique : on voit très-bien la belle raie noire dans le rouge extrême, nette et tranchée comme la raie F et comme celles du violet. Ainsi se confirme ce que j'avais vu dès le commencement, en employant simplement le prisme avec la lunette sans oculaire. Entre celle-ci et la raie D du sodium, bien visible dans le spectre de Sirius, on voit une raie assez déliée, nébuleuse et mal tranchée, et plusieurs autres raies fines dans le vert, déjà signalées par M. Huggins.

» J'espère pouvoir donner bientôt des mesures exactes pour ces raies; mais il faut auparavant achever la revue générale du ciel, pour reconnaître les astres les plus remarquables. »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Réponse à la communication de* M. Volpicelli *insérée au* Compte rendu *du* 6 *janvier; par le* **P. Secchi.**

« M. Volpicelli, dans la séance du 6 janvier, a fait une communication dans laquelle il cherche à démontrer que Galilée n'était pas aveugle au commencement de 1638, comme je l'avais dit dans une communication antérieure.

» Il s'appuie pour cela sur un passage emprunté à une Lettre de Galilée à Boulliau (1), dans laquelle se trouve l'expression *jejune scribo, plura enim scribere non patitur molesta oculorum valetudo*. Or, dans cette même Lettre, sur laquelle était fondée mon assertion, se trouve cette autre phrase : *Oculorum meorum lux omnis est extincta. Siquidem fluxio, quæ mihi septem circiter ab hinc mensibus alterum oculum, meliorem scilicet, densissima obduxerat nube, rursus ob alterum imperfectum, qui mihi reliquus erat, et aliquem exiguum licet in rebus meis suggerebat usum, adeo atra obtexit caligine, ut nihil amplius apertis oculis, quam occlusis videam.* Si Galilée ne voyait « pas plus » avec les yeux ouverts qu'avec les yeux fermés, » il était difficile qu'il pût écrire de sa main, comme dit M. Volpicelli, c'est-à-dire dans le véritable

(1) *OEuvres de Galilée*, édition d'Alberi, t. VII, p. 205.

sens du mot. Évidemment donc il employa le mot *écrire* comme lui et d'autres en ont l'habitude, même lorsqu'il s'agit de dicter une lettre à une autre personne.

» Cette interprétation est justifiée par un autre passage de la même Lettre, dans lequel il dit ne pouvoir pas comprendre plusieurs choses, faute de pouvoir *voir* les figures : *Ex quo fit ut per lucem mihi non liceat bene omnia percipere, quæ tute tam diserte de luce scribis : demonstrationes enim quæ ex figurarum dependent usu, nullo pacto comprehendi sine lucis ope possunt : ea tamen quæ capere* AURIBUS *potui, summa cum delectatione audivi.* Cette Lettre établit donc la véritable époque de la cécité de Galilée, époque antérieure au 1er janvier 1638, et le degré auquel elle était parvenue, ne permettant plus à Galilée de voir les figures, ce qui est reproduit plus tard dans une Lettre à Michelini (28 mars 1639) presque dans les mêmes termes, à propos des ouvrages de Baliani.

» Le fait de sa cécité est confirmé dans la Lettre fameuse de Galilée à Diodati du 2 janvier 1638, qui suit la précédente (t. VII, p. 207), où il est dit : *Da un mese in qua è fatto* (*il vostro Galileo* qui envoie cette Lettre) *irreparabilmente del tutto cieco,* et où Galilée se plaint que le monde, pour lui qui l'a tant agrandi, est réduit à son corps.

» Après ces témoignages si clairs, venons au passage de la Lettre du 25 juillet 1638 à Castelli, qui paraît dire qu'il n'a pas perdu complétement la vue : *Non percio*, dit-il, *vengo punto in speranza di non aver a perdere totalmente anche l'altro occhio, cioe il destro, come gia molti mesi sono persi il sinistro.*

» J'observerai d'abord que cette Lettre, à cause sans doute de sa maladie, paraît un peu moins soignée, car il dit que depuis quelques mois il avait perdu l'œil gauche, tandis qu'il dit à Diodati, le 4 juillet 1637, qu'il a perdu l'œil droit, celui avec lequel avait fait ses découvertes. Dans ces circonstances, il n'était pas hors de raison de croire qu'il y avait équivoque ou erreur de date. Mais en continuant la lecture de la même Lettre, à la page 213 on trouve qu'il avoue être tellement aveugle, qu'il ne peut pas faire les figures pour s'expliquer : *Senza poterne un cieco disegnare la figura, non posso per ora dir cosa di essenziale.* La phrase antérieure de Galilée doit donc signifier, non qu'il pouvait lire et écrire *de sa main,* mais autrement, c'est-à-dire qu'il concevait l'espérance de recouvrer un peu l'œil dernièrement perdu ; et en effet on trouve que ses amis faisaient beaucoup d'efforts pour le guérir. Cette phrase pourrait, tout au plus, prouver qu'il voyait encore quelque lumière, mais non sans doute qu'il écrivait

de sa main, comme prétend M. Volpicelli, ce qui est le point capital de la question.

» M. Volpicelli prétend encore que je suis dans l'erreur en disant que les travaux de Galilée, dans les dernières années de sa vie, portaient sur la mécanique et non sur les attractions. Et il cite au contraire une Lettre à Castelli sur Saturne, en 1640, et une apologie du système de Copernic dans l'année 1641. Il aurait dû citer une Lettre relative à l'attraction pour répondre à mon assertion. Du reste, ce qu'il cite, ne sont pas des traités; ce sont de simples Lettres en réponse à celles de Castelli et Rannucini, et je n'ai jamais prétendu dire que Galilée n'ait pas dit un mot d'autres choses que de mécanique, mais que celle-là faisait son occupation principale, et il suffit de voir ses écrits pour s'en convaincre. Dans ses Lettres, sans doute, il parle de beaucoup d'autres choses encore.

» Mais La lettre à Castelli est très-intéressante, parce qu'il rappelle la figure de Saturne, observée par lui, la première fois, avec deux étoiles latérales, et il dit (à la moitié) « qu'il n'a pas vu Saturne depuis trois ans, » c'est-à-dire depuis 1637, époque de sa première perte d'un œil. Ces deux étoiles de Saturne sont peut-être celles qui sont appelées *satellites* par Descartes dans sa Lettre à Mersenne, et que nous savons maintenant être les bras de l'anneau de Saturne qui, vus imparfaitement par Galilée, lui parurent comme deux étoiles. Galilée lui-même les nommait *les serviteurs du vieillard*, et je ne sache pas qu'il les ait jamais appelés satellites; mais cela n'empêche pas que quelque autre leur donnât ce nom.

» Quant à l'envoi des lunettes à l'étranger, il se faisait par les artistes italiens en grand nombre, et on leur donnait le nom de *lunettes de Galilée*, quoiqu'elles ne fussent pas travaillées par lui, ni même essayées. En effet, il écrit lui-même (ou fait écrire), le 24 octobre 1637 (1), « qu'il avait perdu » pour toujours le plaisir de les essayer » et de s'en servir; et il renvoie un objectif d'un mécanicien, car s'il le retenait sans pouvoir s'en servir, cela l'affligeai ttrop. D'après d'autres Lettres, on voit que ces artistes travaillaient des instruments plus puissants et plus longs que ceux de Galilée lui-même. Avec ceux de Fontana (*Œuvres*, t. VII, p. 227), on avait vu bien la gibbosité de Mars, que Galilée avait seulement soupçonnée. Un de ceux-ci était long de 10 brasses, et celui de Galilée n'en avait que 2. Du reste, il est impossible de prouver que Galilée ait envoyé en France son propre instrument; car il dit lui-même, quelque part, qu'il veut le garder pour son maître

(1) *Venturi*, t. II, p. 214.

le grand-duc de Toscane, comme souvenir de ses grandes découvertes et des bienfaits qu'il en a reçus.

» C'est la lecture de ces documents, et non l'autorité de biographes, qui m'avait donné la conviction formulée dans ma Lettre, et je crois cette conviction suffisamment fondée.

» Quant à la gravitation attribuée à Copernic, son passage fameux du livre I, chapitre IX, ne parle d'autre chose que de la force qui réunit en boule les planètes, et non de celle qui régit à distance leur mouvement, et il n'y a pas un mot qui autorise à croire qu'il ait passé ainsi de l'une à l'autre : le texte est assez clair. »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Observations relatives à Lettre du P. Secchi ; par* **M. Chasles.**

« J'ai dit, au sujet de la Lettre de M. Volpicelli, à laquelle se rapporte celle de ce jour du P. Secchi, qu'elle renfermait des faits précis ayant une portée réelle, et qu'elle différait, en cela, de toutes les communications adressées jusqu'ici à l'Académie.

» Cependant notre savant Correspondant entreprend de réfuter cette communication de M. Volpicelli. Je ne m'en plains pas; car cette nouvelle Lettre du P. Secchi répand un nouveau jour sur la question principale, savoir, si la cécité de Galilée était complète et l'empêchait d'écrire, comme l'a prétendu le P. Secchi, avec MM. Govi, Harting et Henri Martin. En effet, loin de réfuter M. Volpicelli, le P. Secchi me paraît prouver, par chacune de ses propres citations, que Galilée n'était point complétement aveugle.

» C'est dans une Lettre adressée à Boulliau (1), que M. Volpicelli a trouvé ce passage qui m'avait paru, comme à lui, parfaitement concluant : « je suis

(1) Voici dans son entier la Lettre à Boulliau, à laquelle M. Volpicelli et le P. Secchi ont emprunté des citations. Nous la reproduisons d'après l'édition d'Alberi des *Œuvres de Galilée*, publiée à Florence en 1848 (t. VII, p. 205) :

A Ismaele Bullialdo, à Parigi.

« Arcetri, 1 gennaio 1638.

» Gratissimas literas tuas, lectissime vir, una cum libro de Natura Lucis tunc accepi, cum jam oculorum meorum lux omnis est extincta. Siquidem fluxio, quæ mihi septem circiter ab hinc mensibus alterum oculum, meliorem scilicet, densissima obduxerat nube, rursus ob alterum imperfectum, qui mihi reliquus erat, et aliquem exiguum licet in rebus meis suggerebat usum, adeo atra obtexit caligine, ut nihil amplius apertis oculis, quam occlusis videam : ex quo fit ut per lucem mihi non liceat bene omnia percipere, quæ tute tam diserte de luce scribis : demonstrationes enim quæ ex figurarum dependent usu, nullo pacto com-

» bref parce que l'état de mes yeux ne me permet pas d'écrire longue-
» ment. » Le P. Secchi oppose une autre phrase de la même Lettre, où Galilée dit « qu'il ne voit pas plus avec les yeux ouverts qu'avec les yeux » fermés. » Mais cette manière de s'exprimer, qui est celle des myopes, à l'égard d'objets placés à une certaine distance, ne signifie pas qu'on soit aveugle complétement, et qu'on ne puisse voir et même écrire avec le secours de verres grossissants.

» Il semble que le P. Secchi lui-même l'a compris ainsi, car il conclut simplement de cette citation « qu'il était *difficile* que Galilée pût écrire de » sa main, comme dit M. Volpicelli. »

» Ce mot *difficile* paraît être ici un aveu précieux et inattendu, car le P. Secchi avait dit dans sa première communication *que Galilée était complétement aveugle, et qu'il ne pouvait pas écrire, puisqu'il ne pouvait pas même lire.*

» Mais cet aveu va être confirmé par un autre passage de la même Lettre tout à fait significatif. Je cite les paroles mêmes du P. Secchi : « Galilée » dit ne pouvoir pas comprendre plusieurs choses, faute de pouvoir *voir* les » figures. »

» Or voici le texte : *Ex quo fit ut per lucem mihi non liceat bene omnia percipere, quæ tute tam diserte de luce scribis : demonstrationes enim quæ ex figurarum dependent usu, nullo pacto comprehendi sine lucis ope possunt.*

» Le P. Secchi, en se bornant à un simple commentaire laconique de ce texte (qu'il rapporte du reste fidèlement), omet deux mots importants, *omnia* et *bene*, par lesquels il semble que Galilée veuille exprimer qu'il ne

---

prehendi sine lucis ope possunt : ea tamen quæ capere auribus potui, summa cum delectatione audivi. Pro tua igitur erga me tam propenso ac benefico animo, quas possum et quas debeo, tibi gratias ago. Philolaus, ille, quem Amstelodami typis exornari significas, ignotus mihi omnino erat; at acceperam e contra jam sub prælo esse in Germania librum Patris Scheiner e Societate Jesu, de stabilitate Terræ, quam philosophicis atque astronomicis rationibus probat.

» Libenter audio, te cum Domino Elia Deodato, mei amantissimo atque officiosissimo viro, amicitia juratum esse; mihique credas velim, quod in hac, qua premor calamitate summum levamen foret, si et ego vestra familiaritate, mutuisque congressibus coram frui possem : sicut et non parum doleo, ingruentibus belli terroribus clarissimi atque devotissimi viri Domini Gassendi, mihi tandiu exoptatum congressum eripi. Sperabam etenim mirificam illius doctrinam atque suavitatem ingenii, quam ex ejus scriptis prægustarem, proprius ac majori cum voluptate ex mutuo colloquio haurire. Sed quid mirum quando jam pridem nihil ex sententia mea cadit ? Breviter admodum ac jejune scribo, prestantissime vir, plura enim scribere me non patitur molesta oculorum valetudo. Quare me velim excusatum habeas; meumque omne ad te studium atque officium deferens, tibi a Deo fausta omnia precor. Vale. »

peut pas *bien voir de ses yeux tout* ce que renferme l'ouvrage de Boulliau, *per lucem bene omnia percipere;* ajoutant que les démonstrations qui reposent sur des figures demandent l'usage de la vue. Or après la première partie de la phrase, ces derniers mots signifient que la vue de Galilée ne lui permettait pas de *bien voir* les figures, ou de les voir sans trop de fatigue, et non qu'il *ne pouvait pas les voir du tout*, comme le suppose le P. Secchi. Peut-être même Galilée donne-t-il ici simplement une excuse, pour ne pas parler plus amplement de l'ouvrage.

» Il résulte donc de cette citation, que la cécité de Galilée, qui ne lui permettait pas *de bien voir tout par ses yeux*, n'était pas complète.

» Passant à une autre Lettre, le P. Secchi cite un passage où Galilée « avoue être tellement aveugle, qu'il ne peut pas faire les figures pour s'ex- » pliquer. » C'est-à-dire, que Galilée est aveugle, au point de ne pouvoir pas faire des figures. Mais on peut lire, sans pouvoir faire des figures : personne ne dira donc que cela doive s'entendre d'une cécité complète : et tout au contraire; car ce n'est point ainsi que s'exprimerait un aveugle proprement dit.

» Enfin, le P. Secchi, au sujet d'une autre phrase dit : « Cette phrase » pourrait *tout au plus* prouver que Galilée voyait encore quelque lumière, » mais non sans doute qu'il écrivait *de sa main*, comme le prétend M. Vol- » picelli, ce qui est le point capital de la question. »

» Ici, je dois le faire remarquer, le P. Secchi change incidemment l'état de la question. Car le point capital de la question jusqu'ici a été, pour le P. Secchi comme pour MM. Govi, Harting et H. Martin, la *cécité complète* de Galilée. C'est là ce que chacun s'est proposé de prouver, pour en conclure ensuite que Galilée aveugle ne pouvait pas écrire. Néanmoins, je me contente de l'aveu du P. Secchi, que « cette phrase pourrait prouver *tout* » *au plus* que Galilée voyait encore quelque lumière. » Car dès lors la cécité n'était pas complète; point capital de cette polémique, et ce qui me suffit.

» Le P. Secchi ajoute que la phrase ne prouve pas que Galilée écrivait *de sa main*. Cela est possible; mais elle ne prouve pas non plus le contraire; et cela me suffit encore.

» Et quant à savoir si l'état des yeux de Galilée lui permettait d'écrire *de sa main*, la courte citation de M. Volpicelli le prouve maintenant d'une manière irrévocable, puisque Galilée dit simplement : « Je suis bref, parce » que l'état de mes yeux ne me permet pas d'écrire longuement. » Il semble que l'état de ses yeux n'aurait point empêché son secrétaire, ou, comme il l'appelle, son compagnon, le jeune Viviani, d'écrire plus longuement.

» Voilà donc enfin une question résolue d'une manière définitive. L'état de cécité de Galilée ne l'empêchait point d'écrire, plus ou moins péniblement, bien entendu.

» Aussi la communication du P. Secchi aura été utile, comme je l'ai dit en commençant.

» On verra, du reste, que ce qui est prouvé ici par la discussion de quelques textes connus, le sera aussi par la publication que j'ai annoncée de nombreuses Lettres de Galilée et de divers autres documents qui s'y rapportent. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Composés isomères des éthers sulfocyaniques.* — I. *L'huile de moutarde de la série éthylique; par* **M. A.-W. Hofmann**. (Lettre à M. Dumas.)

« Les résultats de mes recherches sur les isomères des nitriles, obtenus en traitant les monamines primaires par le chloroforme, devraient nécessairement attirer mon attention sur des séries de corps plus ou moins analogues, dans l'espoir d'y découvrir des isoméries semblables.

» En effet, lorsque je vous adressais ma dernière Lettre au mois de septembre passé, je n'avais presque plus de doute à cet égard, et je vous exprimais mes idées sur ce point de la manière suivante :

» En terminant, qu'il me soit permis d'énoncer comme très-probable » l'existence d'une série de corps isomères des sulfocyanures. Déjà M. Cloëz » a démontré que l'action du chlorure de cyanogène sur l'éthylate de po- » tassium donnait naissance à un cyanate éthylique doué de propriétés » absolument différentes de celles du cyanate étudié par M. Wurtz. En » comparant d'un côté la manière d'être des sulfocyanures méthylique et » éthylique avec celle des sulfocyanures d'allyle et de phényle, il n'est » pas permis de mettre en doute qu'on a là les représentants de deux » groupes de corps entièrement différents, et que les termes des séries » méthylique et éthylique correspondant à l'huile de moutarde et au sul- » focyanure de phényle sont encore à découvrir. Des expériences dont je » m'occupe démontreront si ces corps ne peuvent pas s'obtenir par l'action » des iodures de méthyle et d'éthyle sur le sulfocyanure d'argent. »

» J'ai depuis lors terminé ces expériences, mais j'ai été déçu dans mon attente. Le sulfocyanure d'argent sec est beaucoup moins facilement attaqué que le cyanure par les iodures alcooliques. Le mélange des deux corps par suite de la formation de l'iodure d'argent tourne rapidement au jaune,

mais la réaction ne s'achève pas sans une digestion prolongée à la température de l'eau bouillante; en distillant le produit de la réaction on obtient les éthers sulfocyaniques ordinaires, dont nous devons la connaissance aux recherches de M. Cahours. J'ai constaté ce fait pour les séries éthylique et amylique. En effet, en comparant les éthers qu'on prépare au moyen du sulfocyanure d'argent aux composés obtenus en distillant le sulfocyanure de potassium avec un sulféthylate ou sulfamylate, on ne tarde pas à constater une identité complète : même odeur, mêmes points d'ébullition, mêmes réactions.

» La non-réussite de ces expériences ne pouvait cependant pas ébranler ma conviction au sujet de l'existence d'une autre série de corps ayant la même composition que les éthers sulfocyaniques. Il s'agissait seulement de trouver la méthode pour les produire.

» Je fus assez heureux pour m'engager dès le premier abord dans une voie qui me conduisit directement au but, et je m'empresse de vous soumettre les résultats de mes expériences.

» Ces expériences se lient intimement à quelques-unes de mes observations d'une date très-antérieure. Il y a plus de vingt ans qu'en étudiant l'action du sulfure de carbone sur l'aniline, je découvris un corps bien cristallisé qu'on a successivemsnt désigné sous les noms de *sulfocarbanilide*, *sulfocarbamide diphénylique*, ou *diphényl-urée-sulfurée*.

» Environ dix ans plus tard, j'eus l'occasion de m'occuper de nouveau de ce composé. Je trouvais alors que, sous l'influence de l'acide phosphorique anhydre, cette substance se scinde en aniline et sulfocyanure de phényle. Ce dernier corps a l'odeur pénétrante de l'huile essentielle de moutarde noire; comme elle, il possède la faculté de fixer les ammoniaques; la ressemblance de ces deux substances est si frappante, que je n'hésitai pas à décrire le nouveau composé sous le nom d'*huile de moutarde phénylique*.

» Je m'étonne aujourd'hui de n'avoir pas étendu aux composés éthyliques et à leurs homologues les expériences exécutées dans la série phénylique, et peu après aussi dans la série naphtalique, d'autant plus que l'étude de l'action du sulfure de carbone sur l'amylamine et l'éthylamine m'avait fourni pour ainsi dire les éléments de cette recherche. Par suite de mes observations récentes, ces anciennes expériences acquirent un nouvel intérêt, car je ne pouvais plus douter qu'en appliquant convenablement aux alcools ordinaires la réaction par laquelle j'avais obtenu le sulfocyanure de phényle, j'arriverais à produire les isomères des éthers sulfocyaniques

que j'étais si désireux d'obtenir. L'expérience n'a pas manqué de confirmer mes prévisions.

» *Expériences dans la série éthylique.* — J'ai fait connaître, dans une Notice précédente, l'action du sulfure de carbone sur l'amylamine. A cette occasion j'ai pu constater par quelques expériences que l'éthylamine se comportait d'une manière analogue vis-à-vis du même réactif. J'ai repris ces recherches et je suis arrivé aux résultats suivants :

» En ajoutant du sulfure de carbone à une solution alcoolique d'éthylamine, le mélange s'échauffe plus ou moins, suivant que la solution est plus ou moins concentrée. Le liquide devient neutre; soumis à l'évaporation, il donne un composé huileux qui ne tarde pas à se prendre en masse sous forme de beaux cristaux tubulaires.

» Ce composé fond à 103 degrés et conserve l'état liquide lors même qu'on le ramène à la température ordinaire. En chauffant modérément ce corps, il se volatilise, en partie sans décomposition. Cette substance cristallisée est le sel éthylammonique de l'acide éthylsulfocarbamique

$$2\left[\left.\begin{matrix}(C^2H^5)\\ H^2\end{matrix}\right\} N\right] + CS^2 = \left.\begin{matrix}[(CS)''(C^2H^5)HN]\\ [(C^2H^5)H^2N]\quad H\end{matrix}\right\} S.$$

» Ce sel est également soluble dans l'eau et dans l'alcool. En ajoutant de la soude il se dégage de l'éthylamine avec formation d'éthylsulfocarbamate de sodium; l'acide chlorhydrique en chasse l'acide, qui vient nager à la surface sous forme de gouttes huileuses, se solidifiant graduellement en cristaux d'un aspect nacré. Un excès d'acide chlorhydrique redissout ces cristaux en dégageant du sulfure de carbone et en formant un sel d'éthylamine.

» L'éthylsulfocarbamate d'éthylamine est entièrement décomposé par une action prolongée de la chaleur. Même à la température de l'eau bouillante il se dégage des torrents d'hydrogène sulfuré. La réaction s'accomplit d'une manière complète si l'on porte sous pression la solution alcoolique à 110 ou 120 degrés. En évaporant le liquide alcoolique après que le dégagement de l'hydrogène sulfuré a cessé, il reste un composé huileux, qui cristallise aussi au bout d'un certain temps. Ces nouveaux cristaux fondent à 77 degrés; comme le sulfocarbamate ils sont solubles dans l'alcool, mais en diffèrent par leur peu de solubilité dans l'eau. L'acide chlorhydrique les dissout; en versant dans le liquide du perchlorure de platine on obtient un précipité jaune. La nouvelle substance est la *diéthylsulfocarbamide* ou l'*urée diéthylique sulfurée* dont la formation est représentée par l'équation sui-

vante :

$$\left.\begin{matrix}(CS)''(C^2H^5)HN\\(C^2H^5)H^2NH\end{matrix}\right\}S = \left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}S + \left.\begin{matrix}(CS)''\\(C^2H^5)^2\\H^2\end{matrix}\right\}N^2.$$

En chauffant modérément un mélange de diéthylsulfocarbamide avec de l'acide phosphorique anhydre, il se dégage des vapeurs irritantes qui se condensent en un liquide exhalant d'une manière frappante l'odeur de moutarde.

» Purifié par la distillation, ce liquide devient incolore, bout à 134 degrés et a la même composition que le sulfocyanure d'éthyle obtenu par l'action d'un sulfocyanure métallique sur le sulféthylate de potassium.

» La nouvelle substance se forme d'une manière analogue à celle qui donne naissance au composé correspondant de la série phénylique; la diéthylsulfocarbamide perd une molécule d'éthylamine qui est fixée par l'acide phosphorique :

$$\left.\begin{matrix}(CS)''\\(C^2H^5)\\H^2\end{matrix}\right\}N^2 = \left.\begin{matrix}(C^2H^5)\\H^2\end{matrix}\right\}N + \left.\begin{matrix}(CS)''\\(C^2H^5)\end{matrix}\right\}N.$$

» Le nouveau corps diffère essentiellement par ses propriétés du sulfocyanure éthylique, son isomère. Le point d'ébullition de ce dernier est à 146 degrés, la nouvelle substance bout 12 degrés plus bas que l'ancienne. L'odeur fortement irritante du nouvel éther est absolument différente de celle de l'éther sulfocyanique ordinaire; cette dernière, quoique nullement agréable, est loin d'affecter d'une manière notable les organes de la vue et de l'odorat. Mais ce qui caractérise le plus le nouveau composé est la facilité avec laquelle il agit sur l'ammoniaque et ses dérivés. Dissous dans de l'ammoniaque alcoolique et soumis pendant quelques heures à la température de l'eau bouillante, l'éther se convertit en urée éthylique sulfurée :

$$\left.\begin{matrix}(CS)''\\C^2H^5\end{matrix}\right\}N + \left.\begin{matrix}H\\H\\H\end{matrix}\right\}N = \left.\begin{matrix}(CS)''\\(C^2H^5)H\\H^2\end{matrix}\right\}N^2.$$

» Avec la méthylamine il se forme une urée mixte :

$$\left.\begin{matrix}(CS)''\\(C^2H^5)\end{matrix}\right\}N + \left.\begin{matrix}CH^3\\H\\H\end{matrix}\right\}N = \left.\begin{matrix}(CS)''\\(CH^3)(C^2H^5)\\H^2\end{matrix}\right\}N^2.$$

» L'éthylamine reproduit l'urée diéthylique qui a servi à la préparation de l'éther. En dernier lieu l'aniline donne naissance à une urée mixte des séries grasse et aromatique :

$$\left.\begin{matrix}(CS)''\\(C^2H^5)\end{matrix}\right\} N + \left.\begin{matrix}C^6H^5\\H\\H\end{matrix}\right\} N = \left.\begin{matrix}(CS)''\\(C^2H^5)(C^6H^5)\\H^2\end{matrix}\right\} N^2.$$

» Toutes ces diamines cristallisent très-facilement; ce sont des bases faibles qui se dissolvent dans les acides et donnent, avec le perchlorure de platine, des précipités cristallins d'une couleur jaune.

» Les éthers sulfocyaniques ordinaires refusent, comme l'on sait, de se combiner avec les ammoniaques. D'un autre côté, cette faculté appartient au sulfocyanure d'allyle ou huile de moutarde. En définitive, ce nouveau composé est le correspondant, dans la série éthylique, de l'huile de moutarde dans la série allylique.

» J'ai relu à cette occasion le remarquable Mémoire de M. Will, dont les indications m'ont servi de guide dans mes expériences. Autant que l'on peut en juger par ces expériences, le parallélisme des composés éthyliques et allyliques est parfait.

» Pour le moment, je me suis contenté d'indiquer la formation et les principales propriétés du nouveau corps isomère du sulfocyanure d'éthyle. Dans une prochaine Lettre, je me propose de vous faire part des résultats d'une étude comparative de ces deux isomères, ainsi qne des conclusions auxquelles je suis arrivé quant à la différence de leur composition atomique.

» J'ajouterai seulement qu'en soumettant la méthylamine et l'amylamine au même traitement, j'ai obtenu les termes correspondants de l'huile de moutarde dans les séries méthylique et amylique.

» En terminant je ferai remarquer que, suivant M. Schlagdenhauffen, on devrait obtenir du sulfocyanure d'éthyle et un dégagement d'hydrogène sulfuré en traitant l'éthylamine par le sulfure de carbone d'après l'équation suivante :

$$\left.\begin{matrix}(C^2H^5)\\H\\H\end{matrix}\right\} N + CS^2 = C^2H^5.CNS + H^2S.$$

» J'ai répété plusieurs fois cette expérience, parce qu'il n'était pas improbable qu'on obtînt par cette réaction le corps que je viens de décrire. Mais je n'ai pu produire par ce procédé ni le sulfocyanure ordinaire, ni

son isomère. On observe bien un dégagement d'hydrogène sulfuré; mais je n'ai jamais pu constater la présence d'un autre produit complémentaire que de la diéthylsulfocarbamide. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'ancien glacier de la vallée d'Argelez* (Hautes-Pyrénées). Note de **MM. Ch. Martins** et **Ed. Collomb**, présentée par M. d'Archiac.

« La carte de l'ancienne extension des glaciers dans les Vosges et autour des Alpes a été faite, celle des anciens glaciers pyrénéens n'est pas même esquissée. Nous avons essayé d'ouvrir la voie en décrivant avec soin les traces que l'ancien glacier de la vallée d'Argelez a laissées de son long séjour dans la vallée qu'il occupait autrefois, sur une longueur de 53 kilomètres, depuis le cirque de Gavarnie jusqu'au village d'Adé situé entre Lourdes et Tarbes. Ce glacier occupait autrefois tout le bassin hydrographique du gave de Pau; il partait de la crête des Pyrénées, frontière de la France et de l'Espagne, comprise entre le cirque de Troumouse ou d'Héas et le Pic de Cujé-la-Palas ou Mourrous, sur une longueur de 50 kilomètres environ. Les vastes cirques de Gavarnie, d'Estaubé et de Troumouse, les têtes des vallées d'Arrens, de Cauterets, du Vignemale, de la Canaou, de Pouey, de Pragnères et de Baréges étaient ses bassins de réceptions dominés par des sommets dont les hauteurs sont comprises entre 2500 et 3000 mètres. La vallée principale, celle d'Argelez, est dirigée du sud au nord et dominée par deux rangées continues de montagnes qui, s'élevant de 1500 à 1800 mètres au-dessus du thalweg, mettent la vallée à l'abri des rayons solaires. On ne saurait imaginer une disposition plus favorable à l'établissement et à l'accroissement d'un glacier sous des conditions météorologiques plus propices qu'elles ne le sont actuellement. La longueur et l'épaisseur de ce glacier disparu ne doivent pas nous surprendre, l'Hymalaya en recèle actuellement de plus grands encore, tels sont ceux de Baltoro et de Biafo mesurés par le capitaine Montgomerie qui ont, le premier 58, le second 103 kilomètres de longueur, et donnent naissance à des cours d'eau considérables.

» Pour étudier les traces que l'ancien glacier de la vallée d'Argelez a laissées après lui, transportons-nous à son origine, au centre du cirque de Gavarnie. Sur les assises crétacées et tertiaires de cet immense amphithéâtre, nous voyons encore les faibles restes de celui que nous allons étudier. Descendant des flancs du Taillou, des escarpements de la Brèche de Roland et du pied de la Tour et du cylindre de Marboré, ils ne dépassent pas le bord des gradins qui les supportent. Réunis jadis, ils descendaient dans

le cirque de Gavarnie et le remplissaient comme ceux des Alpes remplissent aujourd'hui les amphithéâtres qui avoisinent le mont Blanc et la Jungfrau. La dernière moraine terminale que le glacier a déposée en se retirant se voit dans le cirque même de Gavarnie; elle sépare la portion la plus reculée du cirque du bassin à fond horizontal et nivelé qui le précède. Dans la vallée comprise entre les villages de Gèdre et de Gavarnie, on voit sur la droite une longue terrasse morainique formant le piédestal des pics de Pimené et de Larrue, couverte de granges et de pâturages. De l'autre côté, les roches moutonnées de la montagne de Saugué forment un ressaut correspondant à la terrasse de gauche et situé au même niveau qu'elle. L'un de nous s'est assuré, par des observations barométriques calculées par M. Parès et des nivellements faits à l'aide du niveau à bulle d'air et à réflexion de Meyerstein, que pendant une longue période de son existence le glacier de la vallée d'Argelez avait entre Gèdre et Gavarnie une puissance moyenne de 684 mètres au-dessus du confluent des deux gaves à Gèdre, élevé lui-même de 990 mètres au-dessus du niveau de la mer. Sur la route même de Gavarnie à Gèdre on reconnaît que toutes les roches schisteuses qui la bordent sont toutes arrondies, polies, striées et parsemées de blocs erratiques. A Gèdre même, M. Émilien Frossard a trouvé dans les déblais de la nouvelle route des blocs erratiques de grès crétacé jaune avec *Ostrea carinata* du cirque de Gavarnie. Entre Gèdre et Luz, on voit çà et là des lambeaux morainiques et une accumulation de blocs granitiques sur une roche moutonnée près de la cascade du torrent de Lassariou. A Luz, au confluent de l'affluent de Baréges, on distingue du pont de Saint-Sauveur les blocs erratiques de granite blanc qui entourent les granges d'Abié; les derniers sont à 924 mètres au-dessus du gave sous le pont Napoléon. Dans la gorge de Pierrefitte, des prairies recouvrent des lambeaux morainiques suspendus au-dessus de la gauche du gave, et au sortir de la gorge à droite sur les bords de la route des schistes argileux sont polis et lustrés sur la tranche et accompagnés de marmites de géant (*pot-holes*) dont le fond est également poli; c'est là que le glacier de Cauterets venait se verser dans le glacier principal. Une immense moraine latérale, marquée sur la carte de France, s'étend depuis Pierrefitte jusqu'à Saint-Savin, et forme une terrasse recouverte de pâturages dont la hauteur au-dessus du gave de Pau au pont de Filhos (415 mètres sur la mer) est de 792 mètres pris de la grange Laurent. De là on reconnaît que le pic de Gez (altitude, 1097 mètres), qui domine Argelez, est entièrement couvert de blocs erratiques granitiques. A Argelez même, M. Arthur Jones a trouvé des blocs de schistes dévoniens

à *Retepora reticularis*, provenant de la Prade à l'entrée du cirque de Gavarnie.

» Au débouché du glacier, dans la plaine sous-pyrénéenne, un peu en amont de Lourdes, les traces de son passage ne sont pas moins évidentes. La moraine latérale droite s'appuyait sur le pic de Jer, où les derniers blocs erratiques sont à une altitude de 450 mètres au-dessus du Gave de Pau au moulin de la Tour (altitude, 370 mètres). La moraine médiane a laissé d'innombrables blocs sur la montagne du Béout (altitude, 792 mètres; 422 au-dessus du gave), située au milieu de la vallée. Cette ancienne moraine est comparable aux plus belles de la Suisse; on y voit des blocs de toute grosseur, dans toutes les positions, souvent reposant les uns sur les autres, suspendus sur les plus fortes pentes, brisés dans leur chute ou élevés sur des piédestaux calcaires de $1^m,50$ de hauteur. La moraine latérale gauche du glacier s'appuyait au pied de la pyramide calcaire d'Exh, au fond de la vallée d'Ossen. Les derniers blocs s'élèvent à 407 mètres au-dessus du gave de Pau. Dans la plaine, le long de la route qui mène à Lourdes, on reconnait que tous les monticules calcaires, qui font saillie au-dessus du niveau général, sont arrondis et moutonnés.

» Nous voici arrivés à la plaine sous-pyrénéenne, composée de collines crétacées, séparées par quatre vallées disposées en éventail, et rayonnant à partir de Lourdes. L'ancienne moraine terminale du glacier d'Argelez couvrait tout l'espace compris dans un arc de cercle passant par les villages de Peyrouse, Loubajac, Adé, Juloz et Arcizac-les-Angles. Les roches calcaires, situées entre la ville et la grotte miraculeuse, sont montonnées, et l'on reconnaît les stries glaciaires partout où les travaux d'exploitation les ont mises à découvert. Les tranchées du chemin de fer de Lourdes à Pau sont creusées sur une longueur de 4 kilomètres dans le terrain glaciaire composé de blocs granitiques anguleux, de blocs et de cailloux calcaires rayés, de graviers et de boue glaciaire. A la surface du sol, on poursuit les blocs jusqu'à Peyrouse; ils sont surtout très-nombreux entre le chemin de fer et l'extrémité septentrionale du lac de Lourdes. Ce lac lui-même a tous les caractères d'un lac morainique, un amas de blocs existe à son extrémité, quelques-uns font saillie dans la tourbière qui le termine, et l'écoulement se fait par l'extrémité sud, qui correspond à l'amont de la pente générale du sol de la contrée. C'est à l'orient du village de Poueyferré qu'on observe la plus grande accumulation de blocs et aussi les plus volumineux; quelques-uns atteignent le volume de plus de 100 mètres cubes.

» Le chemin de fer de Lourdes à Tarbes suit l'axe de la moraine, et sur

une longueur de 5 kilomètres il coupe sept moraines terminales parfaitement visibles, indices de sept stations que le glacier a faites en se retirant. La dernière est située un peu au delà du village d'Adé; à partir de ce lieu, la plaine nivelée qui s'étend jusqu'à Tarbes est recouverte de bancs, de cailloux roulés pyrénéens surmontés de sable argileux semblable au *loes* de la vallée du Rhin et totalement différent des sables des Landes. La portion orientale de la moraine terminale ne présente rien de remarquable; elle occupe une surface moindre que la partie occidentale. La théorie générale des glaciers nous en donne la raison. Les affluents de la rive gauche de la vallée étant plus nombreux et plus puissants, la moraine terminale doit être plus développée à gauche, c'est-à-dire à l'occident que du côté opposé.

» La distribution des matériaux erratiques dans la moraine terminale est également celle que la théorie permettait de prévoir. Le granite blanc à mica noir qui se trouve en place dans la vallée principale aux environs de Gèdre et dans les hautes vallées des affluents de l'une et de l'autre rive de la vallée d'Argelez; mais les orphites qui n'existent que dans la vallée principale et dans celle de la rive droite sont plus communes dans la portion orientale de la moraine terminale.

» En résumé, pendant l'époque quaternaire, un immense glacier remplissait la principale vallée des Hautes-Pyrénées, celle d'Argelez, et s'étendait même dans la plaine. Sa longueur était de 53 kilomètres. La pente moyenne de sa surface $0^{m},038$, et sa moraine terminale s'arrêtait à une altitude de 400 mètres environ. Le climat était nécessairement fort différent de ce qu'il est aujourd'hui. La faune l'était également : pour compléter ce travail, notre ami, M. Édouard Lartet, a bien voulu nous donner la liste des principaux mammifères éteints, émigrés ou existant encore, qui ont vécu dans le sud-ouest de la France pendant l'époque quaternaire. Nous la reproduisons ici; M. Alphonse-Milne Edwards y a joint celle des oiseaux des cavernes de la même région. L'ensemble de cette faune est celle d'un pays froid, la zoologie confirme complétement les données de la géologie.

Faune du sud-oust de la France pendant l'époque quaternaire.

» 1° ANIMAUX DISPARUS. — *Elephas antiquus*, Falc.; *E. primigenius*, Blum.; *Rhinoceros Merkii*, Kaup.; *R. tichorhinus*, Cuv.; *Bos primigenius; Cervus megaceros*, Hartm.; *Ursus spelæus*, Rosenm.; *Felis spelæa*, Goldf.; *Hyæna spelæa*, Golf.; *H. striata*, Zimmerm.; — *Grus primigenia*, Alph. M. Edw.;

» 2° ANIMAUX ÉMIGRÉS. — *Bison europæus*, Cuv.; *Ovibos moschatus*, de Bl.; *Cervus Tarandus*, L.; *Capra Ibex*, L.; *Antilope rupicapra* Erxl.; *A. Saiga*, Pall.; *Arctomys Mar-*

mota, L. *Spermophilus*, voisin du *S. Parryi*, Richard; *Felis Lynx*. — *Stryx lapponica*, Gm.; *Tetrao lagopus*, L.; *T. albus* et *T. urogallus*, L.; *Pyrrhocorax alpinus*, Vieill.

» 3° ANIMAUX EXISTANT ENCORE DANS LA CONTRÉE. — *Castor europæus*. Brandt. — *Gypaetes barbatus*, Temm.; *Milvus regalis*, Vieill.; *Falco tinnunculus*, Vieill.; *Buteo cinereus*, Gm.; *Hirundo rupestris*, Temm.; *Corvus corax*, Vieill.; *C. pica*, Temm. »

« **M. ÉLIE DE BEAUMONT** exprime la satisfaction qu'il éprouve en voyant défini par des mesures précises, et figuré par des dessins exacts, l'*ensemble unique et magnifique* que présente le phénomène erratique dans la vallée d'Argelez et dans celles qui y affluent. Il ajoute que, suivant une opinion déjà ancienne, qu'il n'est pas seul à maintenir, ces résultats mécaniques si frappants, enchaînés de proche en proche, d'une manière continue, depuis le cirque de Gavarnie, le Tourmalet et le lac de Gaube, jusqu'au barrage moutonné de Lourdes, et bien au delà dans les développements sinueux des vallées sous-pyrénéennes, s'expliqueraient aussi bien, et même mieux encore, par l'action des courants diluviens que par celle d'un vaste glacier. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Secrétaire perpétuel pour les Sections de Sciences physiques, en remplacement de *M. Flourens*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des Membres ayant droit de voter étant 56, et le nombre des votants étant également 56,

M. Dumas obtient	30 suffrages.
M. Coste.	23 »
M. Claude Bernard.	2 »

Il y a un billet blanc.

M. DUMAS, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation de l'Empereur.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

THERMODYNAMIQUE. — *Mémoire sur les attractions moléculaires et le travail chimique; par* **M. ATH. DUPRÉ** (partie expérimentale en commun avec *M. P. Dupré*). (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires précédemment nommés : MM. Regnault, Morin, Combes.)

« Il y a longtemps déjà que j'ai introduit dans la science les attractions au contact et prouvé qu'avec un choix convenable des unités, un même nombre

peut servir à les représenter en même temps que la dérivée du travail interne et le travail de désagrégation totale. Ces quantités peuvent, ainsi que les forces de réunion, être envisagées sous trois aspects et servir à résoudre des questions variées lorsqu'on a réussi à en trouver la valeur. Récemment, j'ai obtenu à l'aide des chaleurs latentes ou des forces élastiques mesurées par M. Regnault pour un grand nombre de corps, le travail de désagrégation totale de chacun d'eux, et par suite, l'attraction qui est l'obstacle à la désagrégation. En suivant la même marche que j'ai employée pour les forces de réunion, j'ai déduit, des attractions au contact des corps composés, celles des corps simples qui y entrent : si l'on réussit un jour à solidifier l'hydrogène et à lui donner la forme d'un fil ayant pour section un millimètre carré, l'attraction totale à vaincre pour le séparer suivant un plan perpendiculaire à sa longueur sera de 5000 kilogrammes environ, en admettant qu'il prenne la même densité que l'eau; avec une densité égale à 10, l'attraction deviendrait cent fois plus grande encore. Toutefois, il ne faut point oublier que la charge qui produit la rupture est puissamment aidée par la force expansive due à la chaleur, laquelle devient probablement nulle au moment même de la séparation ; mais alors la densité et l'attraction ont été amoindries dans une proportion qu'il paraît impossible de déterminer aujourd'hui.

» Pour les corps simples autres que l'hydrogène, lorsqu'on les ramène par le calcul à la densité 1, *l'attraction au contact est inversement proportionnelle au carré de l'équivalent chimique ou d'un nombre* e *en rapport simple avec lui.* Il est très-probable que la valeur de *e* fournie par cette loi est le véritable poids atomique.

» Lorsqu'on suppose deux corps simples différents distribués uniformément, un de chaque côté du plan qui est leur limite commune, *l'attraction au contact par millimètre carré s'obtient en divisant la valeur* 5000 *relative à l'hydrogène par le produit des deux poids atomiques. Dans certains cas, ce quotient doit être multiplié par un facteur simple, qui est quelquefois négatif.*

» Étant données les attractions des corps simples les uns sur les autres, on en déduit aisément, par le calcul, l'attraction au contact dans un composé quelconque, et le résultat s'accorde avec celui que donnent les chaleurs latentes ou les forces élastiques. Les différences peuvent toujours être attribuées aux causes d'erreur connues. De là il résulte que les attractions moléculaires sont déterminées exclusivement par la nature chimique, sans que le groupement y ait aucune part.

» La théorie des attractions au contact est assez avancée maintenant pour

qu'on puisse calculer *à priori* la température finale d'un gaz après son expansion sans travail externe. Dans l'expérience devenue célèbre, faite d'abord par Gay-Lussac, reprise ensuite et confirmée en Angleterre par M. Joule et en France par M. Regnault (*Comptes rendus*, t. XXXVI, p. 680), le passage brusque de dix atmosphères à cinq amènerait avec de l'hydrogène un abaissement de température de 2°,1 si l'on pouvait empêcher l'action des corps environnant la masse gazeuse. Avec de l'oxygène la variation serait quadruple, et avec le chlore deux fois et un quart plus grande que pour l'hydrogène; de sorte que la densité ne joue point dans ce phénomène un rôle aussi important qu'on l'a cru. Pour l'air, le calcul donne 4°,4, mais ce calcul est fait avec des données dont certaines ont besoin de confirmation.

» Lorsqu'on mêle deux gaz, l'oxygène et l'hydrogène par exemple, on pense généralement que le mélange est très-intime et que l'oxygène ne demeure pas à l'état de masses notables séparées par des masses notables d'hydrogène. Si cette opinion est exacte, la théorie des attractions au contact montre qu'il y a production de chaleur quand on opère le mélange qui vient d'être indiqué; l'élévation de température est maximum et égale à 1°,10 dans le cas où les volumes sont égaux. Par la considération des forces de réunion et des attractions au contact appliquées aux dissolutions des liquides les uns dans les autres, on peut décider si les particules non divisées sont très-petites par rapport au rayon de la sphère d'attraction sensible, tel qu'on l'envisage en capillarité, ou par rapport à la quantité beaucoup plus petite exprimant la distance au delà de laquelle toute action est négligeable dans le calcul des attractions au contact. Une série d'expériences faites sur les mélanges d'eau et d'alcool a prouvé qu'ils ne sont pas très-intimes.

» Les lois des attractions à très-petites distances ont permis de commencer l'étude du travail produit pendant les combinaisons chimiques. Il est très-grand en comparaison du travail physique; de là, il résulte que la distance initiale des deux atomes qui s'unissent est indifférente : un mélange d'hydrogène et d'oxygène peut, du moins dans une première approximation, être pris sous un volume 20 fois plus grand ou plus faible sans qu'on ait besoin de tenir compte du travail interne correspondant à cette variation. On est conduit, en supposant applicables jusqu'au contact les lois trouvées pour de très-petites distances, à deux lois chimiques dont voici les énoncés :

» 1° *Le travail chimique de réunion de deux atomes semblables est indépendant de leur nature;*

» 2° *Le travail de combinaison de deux atomes dissemblables égale le travail de réunion de deux atomes semblables multiplié par un facteur simple, qui est souvent l'unité.*

» A l'aide de ces deux lois, on explique sans peine presque toutes les chaleurs de combinaison obtenues par Laplace et Lavoisier, Dulong, MM. Favre et Silbermann, etc.; on comprend pourquoi certains corps fournissent de la chaleur en se décomposant, et l'on peut prévoir des faits analogues.

» Cette théorie du travail chimique n'est encore que probable, mais elle sera facilement soumise à de nombreuses vérifications expérimentales, au moyen desquelles on pourra la confirmer et la compléter ».

M. le Général Morin demande à l'Académie de vouloir bien soumettre à l'examen d'une Commission spéciale le Mémoire adressé précédemment par *M. Carret*, au sujet de l'influence funeste qu'exerce sur la santé l'usage des poêles de fonte.

Ce Mémoire sera renvoyé à une Commission composée de MM. Payen, Morin, Fremy, H. Sainte-Claire Deville et Bussy. La Commision des Arts insalubres, à laquelle le Mémoire avait déjà été adressé, reste libre d'ailleurs de prendre au sujet de ce travail telle détermination qu'elle jugera convenable.

M. A. Miergues adresse de Boufarik la description d'une pile composée d'un vase cylindrique de charbon poreux, contenant de l'acide nitrique, et d'un cylindre extérieur de zinc amalgamé, plongeant dans un vase plein d'eau.

(Commissaires : MM. Becquerel, Pouillet, Regnault.)

M. C. Baillet adresse une « Note sur les Strongyliens et les Sclérostomiens de l'appareil digestif des bêtes ovines ». Cette Note est destinée à servir de complément au travail imprimé que l'auteur à soumis au jugement de l'Académie sur l'Histoire naturelle des Helminthes des principaux Mammifères.

(Renvoi à la Commission des prix de Physiologie.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique transmet à l'Académie le désir exprimé par le Musée transylvanien de Klausenburg, d'obtenir les *Comptes rendus* de ses séances au lieu des *Mémoires* qui lui sont adressés chaque année.

(Renvoi à la Commission administrative.)

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure de *M. Jacquier* ayant pour titre : « Exposition élémentaire de la Théorie mécanique de la Chaleur, appliquée aux machines ».

M. Is. Pierre, Correspondant de l'Académie des Sciences, prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place devenue vacante dans la Section d'Économie rurale, par suite du décès de *M. Rayer*.

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Observations relatives à une Note insérée dans une Lettre attribuée à* Pascal *et adressée à* M. Boyle, *en date du 2 septembre 1652; par* M. de Pontécoulant (*).

« On lit dans cette Note (**) :

« On connaît la puissance de la gravité sur la Terre, par la descente des » corps pesants et en évaluant la tendance de la Lune sur la Terre ou son » écart de la tangente à son orbite, dans un temps donné quelconque. » Cela posé, comme les planètes font leur révolution autour du Soleil, et » que deux d'entre elles (Jupiter et Saturne) ont des satellites, en évaluant par leurs mouvements combien une planète a de tendance vers le » Soleil, ou s'écarte de la tangente dans un temps donné, et combien quelques satellites s'écartent de la tangente de leur orbite, dans le même » temps, on peut déterminer la proportion de la gravité d'une planète vers » le Soleil, et d'un satellite vers sa planète à la gravité de la Lune vers la » Terre, et leurs distances respectives..... Il ne faut pour cela que, confor-

(*) L'Académie a décidé que cette communication, bien que dépassant les limites réglementaires, serait reproduite en entier au *Compte rendu*.

(**) *Comptes rendus*, t. LXV, p. 92.

» mément à la loi générale de la variation de la gravité, calculer les forces
» qui agiraient sur ces corps, à distances égales du Soleil, de Jupiter, de
» Saturne et de la Terre. Et ces forces donnent la proportion de matière
» contenue dans ces différents corps. C'est par ces principes qu'on trouve
» que les quantités de matière du Soleil, de Jupiter, de Saturne et de la
» Terre sont entre elles comme les nombres

$$1, \frac{1}{1067}, \frac{1}{3021}, \frac{1}{169282}.$$

» PASCAL. »

» Traduisons ces considérations en langage analytique :

» Soit h la hauteur dont une planète qui tourne autour du Soleil, et que nous supposerons accompagnée d'un satellite, descendrait vers cet astre dans un temps donné, dans l'intervalle d'une seconde, par exemple, en vertu de la force attractive de cet astre, sans la vitesse de projection qui la retient dans son orbite. Cette hauteur, ou ce qu'on peut appeler son écart de la tangente à son orbite, est évidemment égale au *sinus verse* de l'arc que la planète décrit dans une seconde de temps. Si l'on désigne par T le temps d'une révolution sidérale de la planète, par r la distance moyenne au Soleil, par π le rapport de la circonférence au diamètre, cet arc sera égal à $\frac{2\pi r}{T}$, et comme il est nécessairement très-petit, son *sinus verse* sera à très-peu près égal à

$$\frac{1}{2r}\left(\frac{2\pi r}{T}\right)^2 \quad \text{ou à} \quad \frac{2\pi^2 r}{T^2};$$

on aura donc

$$h = \frac{2\pi^2 r}{T^2};$$

mais si l'on nomme φ la force accélératrice qui sollicite la planète vers le centre du mouvement, c'est-à-dire la force attractive du Soleil à la distance r, on sait que cette force a pour mesure le double de l'espace que le corps parcourt dans la première unité de temps; on aura donc ainsi

$$\frac{1}{2}\varphi = \frac{2\pi^2 r}{T^2} \quad \text{ou} \quad \varphi = \frac{4\pi^2 r}{T^2}.$$

» Soit maintenant S la masse du Soleil, la force attractive qu'il exerce sur la planète à la distance r sera représentée, conformément à la loi générale de la gravitation, par $\frac{S}{r^2}$; on aura donc

$$\frac{r^2}{S} = \frac{4\pi^2 r}{T^2} \quad \text{ou} \quad S = \frac{4\pi^2 r^3}{T^2}.$$

Soit maintenant P la masse de la planète que nous considérons, et que nous supposons avoir un satellite, soit r' la distance du satellite au centre de la planète, et T′ le temps périodique ; on aura de même

$$P = \frac{4\pi^2 r'^3}{T'^2},$$

et, par suite,

$$\frac{P}{S} = \left(\frac{r'}{r}\right)^3 \left(\frac{T}{T'}\right)^2.$$

» Cette formule, qui résulte directement des considérations énoncées dans la Note attribuée à Pascal, est précisément celle dont Newton s'est servi pour déterminer les masses des planètes qui sont accompagnées de satellites, ou plutôt leur rapport à la masse du Soleil, et à laquelle il est arrivé directement par les lois du mouvement elliptique; mais, pour en faire usage, il faut avoir des données qu'on ne peut se procurer que par des observations très-délicates, faites avec des instruments très-puissants, qui demandent d'ailleurs un concours de circonstances qui se reproduisent rarement, et sur les résultats desquelles il peut rester encore aujourd'hui beaucoup d'incertitude après plusieurs siècles de travaux assidus, malgré les immenses progrès qu'ont faits de nos jours le perfectionnement des instruments et les procédés d'observations. En effet, on peut à la rigueur regarder le rapport $\frac{T}{T'}$ qui dépend des temps périodiques comme parfaitement connu, tant pour la Terre que pour Jupiter et Saturne, mais le rapport $\frac{r'}{r}$, c'est-à-dire le rapport de la distance du satellite au centre de la planète, et de la distance moyenne de la planète au Soleil, exige qu'on ait déterminé avec une extrême précision l'angle qu'on appelle en astronomie l'*élongation géocentrique* ou *héliocentrique* du satellite, ce qui ne peut s'obtenir qu'à l'aide d'instruments et de moyens d'observations qui n'existaient pas encore au temps de Pascal. Newton eut le bonheur de trouver dans Pound un astronome aussi zélé qu'habile qui, en employant dans ses recherches d'excellents micromètres adaptés à une lunette de 123 pieds de longueur, lui fournit les données indispensables à l'emploi de la formule. Les observations de Pound sont d'un genre si délicat et si difficile; elles exigent, comme nous l'avons dit, un concours de circonstances qui se reproduit si rarement, qu'elles n'ont pas été renouvelées d'une manière complétement satisfaisante depuis lui, du moins en ce qui regarde Saturne, malgré le grand nombre d'observateurs répandus aujourd'hui sur toute la surface du globe et les demandes incessantes des géomètres à ce sujet.

» Il est donc bien évident que, quand bien même Pascal, par la force de son génie, serait parvenu à la formule qu'a depuis donnée Newton dans son immortel ouvrage des *Principes*, il n'aurait pu en faire *aucun usage*, faute des données nécessaires pour la traduire en nombre; cependant il n'hésite pas à donner, ainsi qu'on l'a vu dans la Note que nous avons citée textuellement, comme provenant de l'application de ses formules, pour le rapport des masses de Jupiter, Saturne et la Terre, à celle du Soleil prise pour unité, les nombres suivants :

$$\frac{1}{1067}, \quad \frac{1}{3021}, \quad \frac{1}{169\,282}.$$

» Or c'est ici que la falsification apparaît dans toute son évidence, car la première valeur est précisément celle qu'a trouvée Newton pour la masse de Jupiter en parties de celle du Soleil (liv. III, prop. VIII), et dont les géomètres ont fait usage jusqu'à ces derniers temps, où elle a été légèrement corrigée par les travaux de MM. Bouvard, Airy, Encke, etc. La seconde valeur diffère très-peu de celle donnée par Newton (liv. III, prop. VIII) pour le rapport de la masse de Saturne à celle du Soleil, et qu'il a déduite des observations faites par Pound, pour déterminer la distance du 6e satellite de Saturne au centre de la planète, distance que Pascal ne pouvait connaître, puisque l'existence même de ce satellite n'était pas encore découverte à cette époque. Enfin la troisième valeur, qui détermine le rapport de la masse de la Terre à celle du Soleil, et qui aurait dû être la plus exacte puisqu'elle ne dépend que du rapport des distances de la Terre au Soleil et à la Lune, que Pascal pouvait connaître beaucoup plus exactement que les deux autres, est celle au contraire qui s'écarte le plus des données reçues. En admettant, en effet, que cette valeur ait été déduite de la formule que nous avons tirée des idées attribuées à Pascal sur le pouvoir attractif du Soleil et des planètes, on reconnaît que pour qu'une telle valeur de la masse de la Terre ait pu en résulter, il faudrait supposer le rapport des distances de la Terre au Soleil et à la Lune beaucoup plus considérable qu'il ne l'est réellement, et comme la distance de la Lune doit être supposée assez bien connue, il faudrait admettre que Pascal faisait la distance solaire 311 fois seulement plus grande que celle de la Lune, ou de 18696 lieues à peu près, tandis que le Soleil est en réalité plus de 400 fois plus éloigné de nous que la Lune, et que sa distance à la Terre est de 23852 lieues environ. Or de pareilles erreurs sont difficiles à admettre chez un homme tel que Pascal, qu'on doit supposer parfaitement au courant des connaissances astronomiques de son temps.

» On peut donc conclure de cette discussion, qu'il serait inutile de pousser plus loin, que les prétendues Lettres de Pascal, présentées récemment à l'Académie des Sciences par M. Chasles, ou du moins la partie de ces Lettres qui se rapporte à la découverte de l'attraction, ne sont point sorties de la plume de ce grand homme, qu'elles ont été écrites dans un temps beaucoup postérieur à l'apparition du *Livre des Principes*, et que les découvertes qu'elles énoncent comme émanées du génie de Pascal ne sont qu'un pastiche dissimulé avec adresse, sans qu'on puisse toutefois deviner dans quel dessein, des principales propositions qu'on trouve rigoureusement démontrées dans cet *immortel ouvrage*.

Appendice. — *Application de la formule attribuée à* Pascal *à la détermination des masses des trois planètes Jupiter, Saturne et la Terre.*

» Si l'on désigne par S la masse du Soleil, par P celle de la planète que l'on considère, par $\frac{T}{T'}$ le rapport des temps périodiques de la planète et de son satellite, par $\frac{r}{r'}$ le rapport de leurs distances respectives au centre du Soleil et au centre de la planète, on aura par ce qui précède :

$$\frac{T}{S} = \left(\frac{T}{T'}\right)^2 \left(\frac{r'}{r}\right)^3.$$

» Appliquons cette formule à la détermination de la masse de Jupiter.

» Si l'on prend pour T' et r' les valeurs qui conviennent au 4e satellite, dont la révolution périodique étant plus longue et la distance au centre de la planète étant plus considérable que celles des trois autres satellites, sont aussi plus faciles à observer, on aura, par les plus récentes observations :

$$T = 4332^j{,}5841, \quad T' = 16^j{,}6890,$$

d'où l'on conclura

$$\log \frac{T}{T'} = 2{,}4143168,$$

valeur qui diffère peu de celle employée par Newton dans ses calculs, et qui peut être regardée comme aussi bien connue que celle du rapport correspondant relatif au mouvement de la Terre autour du Soleil et de la Lune autour de la Terre.

» Quant au rapport $\frac{r'}{r}$, qui dépend des distances respectives de la planète au centre du Soleil et du satellite au centre de la planète, on ne peut s'attendre à la même exactitude, parce qu'il exige des observations très-dé-

licates, des instruments d'une grande puissance, des observateurs très-exercés pour saisir le moment précis où le satellite est dans sa plus grande *élongation géocentrique*, et enfin un concours de circonstances favorables qui se présentent très-rarement. Aussi, les observations de Pound, rapportées par Newton au commencement du III[e] livre des *Principes*, ont-elles presque exclusivement servi, pendant longtemps, aux astronomes pour la détermination de ce rapport, et, quoique plusieurs fois répétées depuis, elles sont encore celles qui semblent mériter le plus de confiance (*).

» Lorsqu'on a déterminé par l'observation la plus grande élongation *géocentrique* d'un satellite à une époque quelconque, on en conclut aisément la plus grande *élongation héliocentrique*, c'est-à-dire vue du Soleil, à la distance moyenne de la planète au Soleil; or, le rapport $\frac{r}{r'}$ est évidemment égal au sinus de cette élongation. Cet angle a été trouvé par Pound, avec une lunette de 15 pieds de long, armée d'excellents micromètres, égal à 8′16″; on peut donc faire

$$\frac{r}{r'} = \sin 8'16'',$$

et en employant la valeur de $\frac{T}{T'}$ trouvée plus haut, on aura

$$\log \left(\frac{T}{T'}\right)^2 \left(\frac{r'}{r}\right)^3 = 6,9718019,$$

et par conséquent

$$P = \frac{1}{1067,082}.$$

» Cette valeur s'accorde, à très-peu près, avec celle trouvée par Newton d'après les observations de Pound et adoptée longtemps par tous les géomètres qui ont fait usage, dans leurs calculs, de la masse de Jupiter, mais elle en différerait beaucoup en supposant, dans les éléments employés pour la déterminer, même des variations très-légères. Ainsi, par exemple, la glus grande *élongation héliocentrique* du 4[e] satellite à la distance moyenne de Jupiter au Soleil, au lieu d'être de 8′16″, comme le trouvait Pound, devrait être, d'après les observations de Cassini, de 8′45″; en adoptant cette supposition, on aurait donc

$$\frac{r'}{r} = \sin 8'45'',$$

(*) Les récentes recherches de M. Airy, comme on le verra plus loin, n'ont fait que confirmer l'exactitude des observations de Pound.

et l'on en déduirait, pour la masse de Jupiter,

$$P = \frac{1}{899,834}.$$

Cette valeur est beaucoup plus forte que celle qui résulte des observations de Pound, et s'écarte considérablement de celle qu'on a déduite par des méthodes très-différentes d'autres phénomènes célestes qui dépendent de la masse de Jupiter.

» M. Airy, le savant directeur de l'Observatoire de Greenwich, a repris, dans ces derniers temps, une série d'observations sur le 4e satellite de cette même planète, et l'on est justement étonné de voir combien les résultats qu'il a obtenus, en faisant usage des instruments perfectionnés que nous possédons aujourd'hui, et en apportant dans la pratique des observations tout le soin et toute l'habileté qu'on lui connaît, diffèrent peu de ceux que Pound avait obtenus il y a plus de deux cents ans, et qui ont si merveilleusement servi Newton dans la découverte de la grande loi de la gravitation universelle. Ainsi M. Airy a trouvé la plus grande élongation du 4e satellite de Jupiter, vue du Soleil à la distance moyenne de la planète à cet astre, égale à $8'18'',883$, c'est-à-dire avec une différence moindre de $3''$ de la valeur que Pound lui avait assignée; encore paraît-il que M. Olbers, en discutant de nouveau les observations de ce grand astronome, dont on possède encore les originaux, a trouvé, entre les résultats qu'il en a déduits et ceux qui proviennent des recherches de M. Airy, un accord parfait. Ce dernier en a conclu, pour la masse de Jupiter,

$$P = \frac{1}{1048,69}.$$

valeur qui diffère peu de celle donnée par Newton, et qui s'accorde d'ailleurs *presque identiquement* avec celle qu'on a déduite du calcul des attractions exercées par Jupiter sur les petites planètes Junon, Vesta, etc.

» On voit donc par ce qui précède qu'une légère différence dans le rapport des distances du satellite au centre de la planète et de la planète au centre du Soleil change considérablement la valeur de P ou de la masse de Jupiter, et qu'il serait difficile d'admettre que Pascal, qui *ne connaissait pas les observations de Pound,* eût pu arriver à une évaluation de cette masse, presque identique avec celle que Newton avait conclue d'une savante discussion de ces observations.

» Déterminons de la même manière la masse de Saturne. En nommant T le temps d'une révolution périodique de la planète et T′ celui d'une révo-

lution périodique du 6e satellite qui, étant le plus gros de tous, est aussi le plus facile à observer, on aura

$$T = 10759^{j},2198 \quad \text{et} \quad T' = 15^{j},94530,$$

d'où l'on conclut

$$\log \frac{T}{T'} = 2,8291481.$$

» Quant à la valeur de $\frac{r'}{r}$, c'est-à-dire du rapport des distances moyennes de la planète au centre du Soleil et du satellite au centre de la planète, Newton, en s'appuyant des observations de Pound faites avec une lunette de 123 pieds armée d'excellents micromètres, avait conclu que la plus grande élongation du 6e satellite (*), vue du Soleil et réduite à la distance moyenne de Saturne au Soleil, était de 3′4″, et il avait supposé, en conséquence, $\frac{r'}{r} = \sin 3'4''$, ce qui, en employant la valeur du rapport $\frac{T}{T'}$ trouvée plus haut, donne

$$\log \left(\frac{T}{T'}\right)^2 \left(\frac{r'}{r}\right)^3 = 6,5094740,$$

et, par suite,

$$P = \frac{1}{3094,041}.$$

» Mais cette valeur serait beaucoup trop forte; Lagrange, en soumettant à une nouvelle discussion les observations de Pound et en corrigeant plusieurs erreurs commises par Newton, dans l'usage qu'il a fait de ces observations, a trouvé que la plus grande élongation *héliocentrique* du 6e satellite à la distance moyenne de la planète au Soleil était moindre de 5″ à peu près que Newton ne l'avait supposé, c'est-à-dire que cet angle serait de 2′59″ seulement, ce qui donne

$$\frac{r'}{r} = \sin 2'59'',$$

d'où l'on conclut, comme précédemment, pour la masse de Saturne,

$$P = \frac{1}{3358,40},$$

valeur qui se rapproche beaucoup de celle que Bouvard a conclue des équa-

(*) Le 6e satellite, dans l'ordre de leurs distances au centre de Saturne, est le plus gros de tous; c'est celui qui fut découvert par Huygens en 1655, et qui servit à Pound dans ses observations; c'est le seul qui eût encore été découvert à cette époque; la connaissance des *sept autres* est d'une date *postérieure*.

tions de condition de ses nouvelles tables de Jupiter, Saturne et Uranus, mais qui paraît encore trop forte.

» Enfin Bessel, dans ces derniers temps, par une série d'observations nouvelles faites avec le plus grand soin et avec des instruments d'une grande portée, a trouvé que l'angle sous lequel la distance du 6e satellite de Saturne au centre de la planète vue du Soleil, dans les distances moyennes de la planète à cet astre, ou sa plus grande élongation *héliocentrique*, devait être réduit à $2' 56'', 586$, ce qui donne

$$\frac{r'}{r} = \sin 2' 56'' 586,$$

d'où l'on a conclu, avec la valeur précédente de $\frac{T}{T'}$, pour la masse de Saturne

$$P = \frac{1}{3500,342}.$$

» Cette valeur est presque identique avec celle que Bouvard a conclue des équations de condition de ses nouvelles tables de Jupiter, Saturne et Uranus (*).

» On voit donc, comme pour Jupiter, combien les observations de Pound approchaient de l'exactitude, puisque ces observations, renouvelées plusieurs fois depuis par les astronomes les plus habiles, n'ont pu y faire découvrir que quelques légères différences qui ne dépassent pas *deux* ou *trois secondes* au plus. Les observations de Pound, comme nous l'avons dit plus haut, se rapportaient au 6e satellite (dans l'ordre de la distance des satellites au centre la planète), le seul qui fût connu de son temps. Il avait été découvert par Huygens *en* 1655. On voit donc combien il est absurde de supposer que Pascal ait pu connaître cette découverte et en tirer les éléments nécessaires à ses calculs dans une lettre datée *de l'année* 1652.

» Passons à la Terre, dont nous déterminerons la masse par la même formule, quoique l'on en ait aujourd'hui de plus exactes pour la calculer. Le rapport $\frac{T}{T'}$ peut être regardé comme parfaitement connu; en effet, T étant supposé représenter la durée de l'année sidérale et T' celle d'une révolution sidérale de la Lune, on a

$$T = 365^j,25637 \quad \text{et} \quad T' = 27^j,32166,$$

(*) D'après les tables de Bouvard, on a

$$P = \frac{1}{3512}.$$

d'où l'on conclut

$$\log \frac{T}{T'} = 1,1260906.$$

» Quant au rapport $\frac{r'}{r}$, il peut laisser, même encore aujourd'hui, assez d'incertitude pour faire varier considérablement la valeur qu'on en déduit pour la masse de la Terre. En effet, il dépend du rapport des parallaxes du Soleil et de la Lune dans leurs moyennes distances à la Terre; or, les astronomes ne sont point encore invariablement fixés sur ces deux points : si, d'après les données les plus généralement adoptées, on suppose la parallaxe du Soleil dans sa distance moyenne à la Terre, de 8″,5776, et celle de la Lune, dans les mêmes conditions et dégagée des inégalités produites par les perturbations résultantes de l'action du Soleil, de 57′3″, on pourra faire

$$\log \frac{r'}{r} = \frac{\sin 8'',5776}{\sin 57' 3''},$$

ce qui donne

$$\log \frac{r'}{r} = 7,3989789;$$

au moyen de ces valeurs on trouve

$$\log \left(\frac{T}{T'}\right)^2 \left(\frac{r'}{r}\right)^3 = 4,4491179,$$

d'où l'on conclut

$$P = \frac{1}{355534,749}.$$

» Cette valeur s'accorde assez bien avec celles que l'on a obtenues par d'autres formules qui, étant indépendantes de la parallaxe de la Lune, ne sont point sujettes aux variations qui dépendent des valeurs différentes qu'on assigne à cet élément. On voit en effet qu'un changement, même peu considérable, dans la valeur supposée à la parallaxe lunaire, altérerait d'une manière très-sensible la valeur de la masse de la Terre déduite de la formule dont nous avons fait usage; ainsi, par exemple, pour que la masse de la Terre, tirée de cette formule, fût égale à $\frac{1}{169282}$, c'est-à-dire double à peu près de sa valeur réelle, comme il est dit dans la Lettre attribuée à Pascal, il faudrait, en admettant que la parallaxe du Soleil est telle à peu près que nous l'avons supposée, faire celle de la Lune de 45′33″ au lieu de 57′3″, c'est-à-dire que la distance de la Lune à la Terre devrait être augmentée dans le rapport de 399 à 311; or, une pareille erreur est beaucoup trop forte pour être attribuée à Pascal dans un temps où tous les élé-

ments du système solaire étaient à peu près aussi bien connus qu'ils le sont aujourd'hui. Cette *dernière assertion* montre mieux encore que toutes les autres que cette partie de la Correspondance, prétendue émanée de Pascal, qui traite de la grande découverte de la *gravitation universelle*, est tout à fait *apocryphe*, et ne saurait mériter un examen sérieux de tout homme initié aux premières notions de la théorie du système du monde. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le rétablissement spontané de l'arc voltaïque après une extinction de courte durée; par* **M. Wartmann.** (Extrait d'une Lettre à M. Edm. Becquerel.)

« M. F.-P. Le Roux a présenté à l'Académie, dans la séance du 30 décembre dernier, une Note relative au fait du rétablissement spontané de l'arc voltaïque entre des charbons tenus à distance.

» J'ai observé ce phénomène et je l'ai utilisé dès 1852, dans une série de recherches sur l'éclairage électrique (1)...

» M. Le Roux estime à $\frac{1}{25}$ de seconde le temps pendant lequel le passage du courant peut être interrompu dans le circuit d'une pile de cinquante éléments sans que l'arc soit anéanti. J'avais trouvé $\frac{1}{20}$ de seconde, valeur qui ne diffère de la sienne que de $\frac{1}{100}$ de seconde. J'ai toujours considéré le rétablissement de la circulation électrique comme dû à la présence des particules solides intercalées entre les pôles, au sein des gaz portés à une température excessive. »

TÉRATOLOGIE. — *Sur la production artificielle des monstruosités; par* **M. C. Dareste.**

« J'ai publié, jusqu'à présent, les résultats de mes travaux, sur la production artificielle des monstruosités, par fragments isolés, et au fur et à mesure de leur manifestation dans mes expériences. Il en est résulté que, faute d'en connaître l'ensemble, beaucoup de physiologistes n'ont pas compris la vraie nature de ces travaux, et me font, chaque jour, à leur sujet, des objections qui ne sont point fondées. Tout récemment encore, ils viennent d'être exposés, d'une manière inexacte de tous points, dans le Rapport que M. Claude Bernard vient de publier sur les progrès récents de la Physiologie générale (2). Je ne puis rester dans une situation pareille; et

(1) *Archives des Sciences de Genève*, décembre 1857.

(2) *Voir* le Rapport de M. Cl. Bernard, p. 112.

je demande à l'Académie la permission d'exposer, d'une manière brève mais complète, les procédés que j'emploie, les résultats qu'ils m'ont déjà donnés, les espérances qu'ils me font concevoir. J'accepte pleinement la discussion sur mes travaux, mais à la condition qu'elle porte sur ce que j'ai fait réellement, et non sur les idées plus ou moins fausses que l'on aura pu se faire à leur sujet.

» J'ai cherché, depuis longtemps, à troubler l'évolution embryonnaire, en modifiant les conditions physiques de l'incubation; et j'ai d'abord employé, dans ce but, le vernissage partiel des œufs. Mais j'ai reconnu que les résultats obtenus ainsi dépendaient, au moins en grande partie, d'une autre cause, de la manière dont les œufs s'échauffent dans la couveuse artificielle qui sert à mes expériences. J'ai donc abandonné provisoirement le vernissage des œufs pour ne pas compliquer, par l'intervention de causes perturbatrices accessoires, un procédé qui me donne *toujours* des anomalies. Je le reprendrai quelque jour.

» Dans cette couveuse artificielle, le contact de l'œuf avec la source de chaleur ne se fait que par un seul point. Or, si au lieu d'échauffer directement le point culminant de l'œuf, point que la cicatricule vient toujours occuper au début du développement, on échauffe un point de l'œuf situé à une certaine distance du précédent, on trouble *toujours* l'évolution, et l'on détermine toujours une anomalie qui se manifeste dans la forme du blastoderme d'abord, puis dans celle de l'aire vasculaire.

» En effet, dans ces conditions insolites, le développement de la cicatricule s'effectue beaucoup plus dans la région qui s'étend entre le point culminant de l'œuf et le point de contact avec la source de chaleur, que dans la région qui lui est opposée. Il en résulte que le blastoderme, puis l'aire vasculaire, prennent une forme elliptique; et que l'embryon se produit dans un des foyers de l'ellipse; tandis que, dans l'état normal, l'embryon occupe le centre d'un blastoderme et d'une aire vasculaire parfaitement circulaires. Ce résultat est très-net, tellement net, qu'en tenant compte de l'orientation primitive de l'embryon, et qu'en donnant à l'œuf une certaine position par rapport à la source de chaleur, on peut diriger où l'on veut cet excès de développement d'une partie du blastoderme, soit à gauche ou à droite de l'embryon, soit au-dessus de sa tête ou de son extrémité inférieure.

» Cette expérience, que j'ai variée de mille manières, et qui m'a toujours donné le résultat prévu, cette expérience détermine évidemment un trouble de l'évolution, et ne peut pas être considérée comme une simple altération

pathologique, ainsi que le pense M. Cl. Bernard. Et j'insiste sur ce fait, car si l'on excepte la mémorable expérience de William Edwards concernant l'influence de la lumière sur la métamorphose des têtards, je ne connais aucune autre expérience dans laquelle l'évolution d'un germe animal ait été modifiée par des conditions physiques dont le mode d'action est parfaitement établi, et dont, par conséquent, les résultats peuvent être prévus.

» Les embryons qui apparaissent dans les blastodermes ainsi déformés, sont très-fréquemment monstrueux : j'ai reconnu alors, en voie de formation, presque tous les types de la monstruosité simple que I. Geoffroy Saint-Hilaire a décrits dans son célèbre ouvrage, et quelquefois aussi, des types qu'il ne connaissait point, celui par exemple qui est caractérisé par l'existence d'un double cœur. J'ai pu réunir ainsi les éléments d'une Embryogénie tératologique, en substituant partout des faits d'observation aux notions hypothétiques à l'aide desquelles on avait cherché à expliquer l'origine des monstres, tant qu'on n'avait pu les étudier qu'après la naissance ou l'éclosion. J'ai déjà communiqué à l'Académie plusieurs résultats de ce travail ; j'ai montré que la célosomie, l'exencéphalie, et l'ectiomélie, si souvent associées, résultent d'un arrêt de développement de l'amnios ; que l'anencéphalie est produite par une hydropisie consécutive à une altération du sang ; que l'inversion des viscères s'explique par la prédominance de l'un des deux cœurs qui, ainsi que je l'ai découvert, existent normalement à une certaine époque de la vie embryonnaire. Tous ces faits ont été publiés. Bientôt je montrerai comment la symélie résulte d'un arrêt de développement du capuchon caudal de l'amnios, et la cyclopie d'un arrêt de développement du capuchon céphalique du même organe. Toutes ces anomalies sont essentiellement caractérisées par des troubles de l'évolution ; car c'est seulement dans l'anencéphalie que j'ai constaté, au début, une altération pathologique, mais cette altération pathologique intervient elle-même pour modifier le développement. Or, tous ces troubles de l'évolution, ont été évidemment produits par les conditions insolites dans lesquelles j'ai fait couver les œufs : car il est impossible d'expliquer autrement la fréquence très-grande des anomalies dans les œufs qui ont servi à mes expériences, et leur rareté très-grande dans les œufs soumis à l'incubation naturelle.

» Je sais bien que certaines personnes objectent, à cette conclusion, que la même cause devrait toujours produire les mêmes résultats. Mais je répondrai qu'il faudrait pour cela agir sur des objets parfaitement identiques. Dans le cas particulier qui m'occupe ici, il ne faut pas oublier que les causes modificatrices luttent, dans le germe, contre l'influence de l'hé-

rédité, qui tend à maintenir le type de la race, tandis que les causes modificatrices tendent à l'altérer plus ou moins profondément. Or, qui ne sait combien les influences héréditaires varient suivant les individus ; combien il est impossible de les apprécier et de les mesurer ; combien, par conséquent, il est impossible de prévoir les cas où elles prévaudront sur les influences modificatrices, et ceux où elles seront vaincues par elles ? Il y a peut-être là des conditions destinées toujours à rester dans l'indétermination : mais nous savons tous qu'un grand nombre de résultats scientifiques ne sont et ne peuvent être, dans bien des cas, que des approximations de la vérité.

» Il me reste maintenant à faire pour les anomalies de l'embryon ce que j'ai fait pour les anomalies du blastoderme, et à rattacher chacune d'elles à une cause modificatrice. Mais cette recherche présupposait évidemment la connaissance du fait initial de chaque monstruosité, du moment précis où la direction normale du développement fait place à une direction anormale. Maintenant que je possède, comme je viens de le dire, presque toutes ces notions, je suis en mesure d'aborder cette question nouvelle avec quelques chances de succès ; et je puis dire que de nombreuses indications me donnent à ce sujet de légitimes espérances.

» Je puis encore mentionner ici, mais seulement mentionner, de nombreuses tentatives que j'ai faites pour faire couver des œufs à des températures supérieures ou inférieures à celles de l'incubation normale. Elles m'ont fait entrevoir plusieurs résultats importants. Ainsi j'ai constaté qu'une température supérieure à 40 degrés détermine souvent la production du nanisme. Mais, jusqu'à présent, les ressources insuffisantes d'un laboratoire de province ne m'ont pas permis d'expérimenter avec une précision satisfaisante. Du reste, je n'abandonne point cette partie de mon travail, et j'espère qu'un jour viendra où je pourrai surmonter tous les obstacles que j'ai rencontrés jusqu'à présent dans l'installation de mes appareils.

» En résumé, je tiens à constater que le procédé de l'échauffement inégal de l'œuf, lorsque la source de chaleur n'est pas très-éloignée de la cicatricule, produit toujours une anomalie du blastoderme et de l'aire vasculaire, et souvent une anomalie de l'embryon ; et que ces anomalies consistent en des troubles de l'évolution, et non pas en de simples altérations pathologiques. Ce sont là des faits acquis. J'espère pouvoir les compléter bientôt en rattachant chaque anomalie à une cause modificatrice. Mais quand bien même je ne réussirais pas dans cette partie de mon travail, cet insuccès n'infirmerait en rien l'importance des résultats déjà obtenus. »

GÉOLOGIE. — *Faits pour servir à l'histoire éruptive du Vésuve; par* **M. Diego Franco**. (Extrait d'une Lettre à M. Ch. Sainte-Claire Deville.)

« Naples, 24 décembre 1867.

» ... M. Mauget, en vous rendant compte de l'excursion que nous fîmes ensemble au sommet du Vésuve, le 11 juin 1867 (1), vous a parlé du nouveau cône adventif qui s'est formé dans l'entonnoir de l'ancien cratère pendant les années 1863 et 1864. Ce nouveau cône présentait alors à son sommet des émanations d'acide sulfureux (2), en grande abondance, et qu'on pouvait à peine examiner, tant elles attaquaient la respiration.

» Le 23 août suivant, j'y remontai de nouveau : l'acide sulfureux était presque entièrement dissipé, et, pour le retrouver, il fallait le chercher; je constatai sa présence dans une fumerolle placée au nord-est du cône; non-seulement il se trahissait par son odeur, mais je fis arriver, au moyen de mon petit aspirateur, le gaz de la fumerolle dans de l'acide nitrique où j'avais ajouté un peu de chlorure de baryum, et j'obtins un léger précipité insoluble. La même fumerolle contenait aussi de l'acide carbonique, car les émanations, reçues dans l'eau de chaux, donnaient un précipité blanc, soluble avec effervescence dans l'acide chlorhydrique. Un essai de ce gaz par la potasse et l'acide pyrogallique m'a donné :

Acide carbonique et traces d'acide sulfureux ..	5,38
Oxygène...............................	18,46
Azote...................................	79,16
	100,00

Température des émanations.... 218 degrés.

» Les fumerolles habituelles, au sud-sud-ouest de l'ancien cratère, qui sont éloignées d'environ 140 mètres du centre volcanique (3), donnaient, avec une température de 50°,2 et une grande proportion de vapeur d'eau, un gaz ainsi composé :

Acide carbonique..................	1,08
Oxygène..........................	20,28
Azote.............................	78,64
	100,00

(1) Voyez la communication de M. Mauget, *Comptes rendus*, t. LVX, p. 898.

(2) Cet acide était-il accompagné d'acide chlorhydrique? Même question pour les émanations du 23 août. (Ch. S.-C. D.)

(3) Ce sont les fumerolles du point de sortie des petites laves de 1841 à 1849, dont il est question dans la récente lettre de M. Mauget, et dans plusieurs de mes communications à l'Académie. (Ch. S.-C. D.)

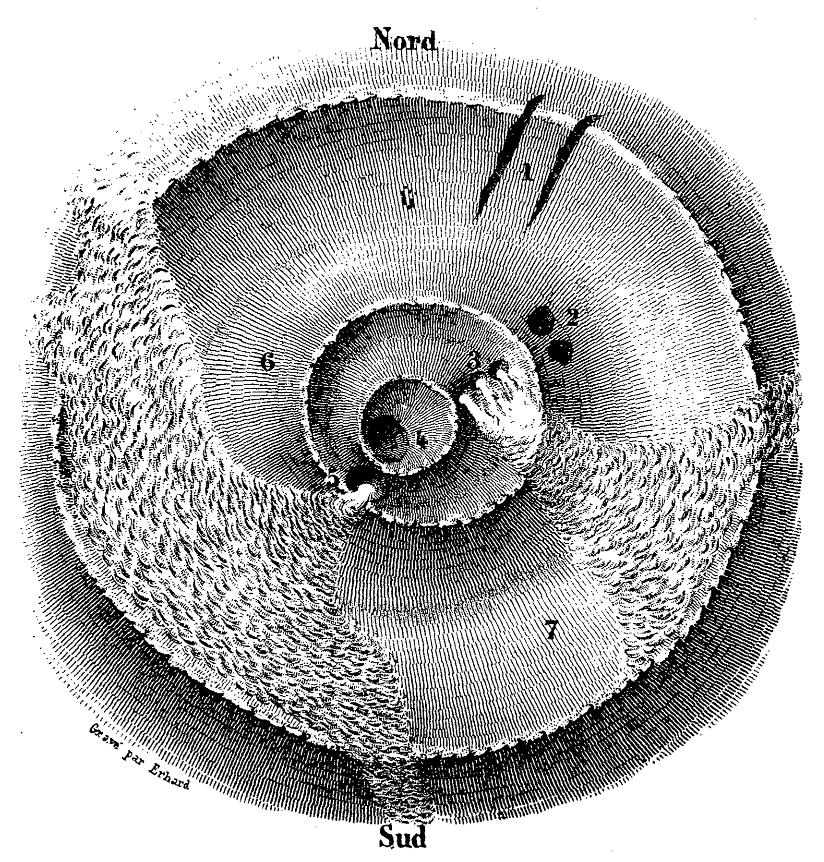
» Analysé sur le mercure, dans le laboratoire, ce gaz a présenté 6 pour 100 d'acide carbonique.

» Pendant les mois de septembre et d'octobre, le nouveau cône adventif a été assez tranquille, donnant à peine des vapeurs. Je n'ai pu alors le visiter, ayant été, pendant ces deux mois, employé à l'Observatoire de l'Université. Peu de jours avant la dernière éruption, le cône adventif a commencé à donner des fumées, qui augmentaient de jour en jour. Les appareils de l'Observatoire du Vésuve étaient dans une grande agitation, lorsque, dans la nuit du 12 novembre, survint l'éruption, accompagnée de fortes détonations, de secousses continuelles, signalées par le sismographe électro-magnétique, et de projectiles incandescents lancés dans l'air à une grande hauteur.

» Malgré les dangers que présentait l'ascension du Vésuve, je me décidai à la tenter le 15 novembre. Le volcan était en feu, le sol se mouvait sous les pieds, à de très-courts intervalles, les détonations étaient presque continuelles, et ce qui effrayait le plus, c'était la pluie ou plutôt la grêle de fragments incandescents qui tombaient dans toutes les directions. Je me décidai, néanmoins, à faire le tour du cratère vers le nord-nord-est; je trouvai une grande fente de 1 mètre environ de largeur sur 50 de longueur, et plus loin, d'autres fissures plus petites qui donnaient beaucoup de vapeurs. Vers l'est, je trouvai un point favorable pour observer l'éruption, en ayant soin de tenir les yeux en haut, pour me garder contre ce qui pourrait tomber.

» Je vis le nouveau cône tout perforé, et presque à sa base, au nord-est, deux petits cônes (2 du plan ci-dessous), qui avaient été les deux premières bouches de l'éruption et qui étaient éteints, et dans la même direction, mais un peu plus haut, trois autres bouches (3 du plan), qui rejetaient de la lave à flots sur l'entonnoir de l'ancien cratère. Au sommet du cône adventif se trouvait la bouche primitive, qui détonnait et projetait en l'air des matières incandescentes. Au sud de l'ancien cratère, il y avait encore quelques fissures qui donnaient de la fumée. Enfin, au sud-ouest du cône adventif, se trouvait une bouche en éruption, qui déversait abondamment la lave en trois directions, dont deux, à droite de l'observateur, couraient sur la partie en forme d'entonnoir de l'ancien cratère, et dont la dernière, vers la gauche, faisait couler la lave sur le plan supérieur du volcan. Cette lave s'avançait lentement sur un mètre de hauteur et deux mètres de largeur, et semblait s'apprêter à descendre sur la pente nord-nord-ouest du grand cône du Vésuve. C'est ce qu'elle fit, en effet, le 17, et elle se dirigea ensuite sur le chemin par lequel on faisait l'ascension de la montagne.

» Je me suis alors dirigé vers les fumeroles habituelles du sud-sud-ouest dont j'ai parlé plus haut; elles semblaient donner, avec la vapeur d'eau, une plus grande proportion d'acide carbonique que d'ordinaire, autant que j'en ai pu juger par le blanchissement de l'eau de chaux, car je n'ai pu faire d'analyse quantitative; mais je dois vous dire qu'au milieu de cette grande activité de l'éruption, elles ne donnaient pas de gaz acide.



1 Grandes fissures.
2 Bouches éteintes.
3 Bouches en éruption le 15 novembre 1867.
4 Bouche principale.
5 Bouche déversant la lave dans trois directions.
6 Nouveau cône.
7 Ancien cratère, en forme d'entonnoir.

» J'ajouterai, en terminant, que la lave a commencé par se déverser vers le nord-ouest, avec quelques déviations à l'ouest : vers le sud, du côté de Torre del Greco, et l'est, du côté de Pompéi, en petite quantité; en

grande quantité vers le nord, plus encore vers le nord-est, de sorte que, la nuit, les montagnes de la Somma paraissaient tout illuminées.

» Nos appareils de l'Observatoire sont toujours dans une grande agitation : le sol est en mouvement, et l'Observatoire lui-même éprouve des oscillations très-sensibles. »

» M. Ch. Sainte-Claire Deville, à la suite de cette communication, fait observer qu'elle présente un double intérêt.

» En premier lieu, elle contribue à donner avec les lettres de MM. Mauget et Palmieri, imprimées au *Compte rendu* de la séance du 25 novembre 1867, les traits éruptifs du cratère supérieur du Vésuve, entre le 11 juin et le 12 novembre, jour de la dernière crise du volcan. Elle montre, en particulier, par l'étude attentive et bien suivie des fumerolles de l'orifice des petites laves 1841-1849, comment une partie active du cratère peut être sensiblement étrangère à ce qui se passe dans son voisinage; ou, ce que revient au même, comment deux fissures d'éruption peuvent être indépendantes l'une de l'autre.

» En second lieu, le travail de M. Diego Franco, éclairé par le dessin reproduit ici en gravure, permet de suivre toutes les phases de l'éruption actuelle, qui, ayant, comme toutes les éruptions *stromboliennes*, son origine au sommet du volcan, se déverse à peu près indifféremment sur les diverses pentes du grand cône. Et, néanmoins, malgré cette position centrale de l'*axe éruptif*, on voit très-bien suivant quel *plan éruptif* la montagne tend à s'ouvrir. Cette direction est donnée par la ligne qui joint les points 2, 3, 4 et 5 du croquis, c'est-à-dire les points actifs dans l'éruption actuelle. La fissure de l'éruption de 1867 est donc sensiblement dirigée du nord-est au sud-ouest; mais, pour la comparer avec d'autres plans éruptifs du Vésuve, il faudrait savoir si le nord, dans le dessin de M. Diego Franco, est le nord vrai ou le nord magnétique.

» M. Aristide Mauget, qui n'était pas à Naples lors des commencements de l'éruption, donne, dans le document suivant, des détails précis sur les directions qu'ont prises les petits courants, et aussi sur quelques phénomènes secondaires qui ont précédé l'éruption du 12 novembre, et dont on n'a pas encore parlé.

» Enfin, M. Henry Regnault, pensionnaire de l'Académie à Rome et fils de notre savant confrère, raconte, avec une vivacité qui nous rend en quelque sorte témoins du phénomène, ses impressions lors d'une ascension qu'il a faite au sommet du Vésuve, le 10 janvier dernier. »

GÉOLOGIE. — *Faits pour servir à l'histoire éruptive du Vésuve; par* **M. A. Mauget**. (Extrait d'une Lettre à M. Ch. Sainte-Claire Deville.)

« ..... Le 27 septembre dernier, un tremblement de terre fut ressenti à Castellammare : il effraya simplement la population, mais il eut, m'assure-t-on, des effets plus désastreux vers les Calabres. Cette secousse souterraine produisit instantanément l'engorgement d'un de nos plus plus beaux puits artésiens de la vallée du Sebeto (puits Raffaele Mazza), situé au bord et à peu près à mi-chemin de la route qui, de San Giovanni à Teduccio, conduit à Poggio Reale; au moment de la secousse, le produit de ce puits se trouva réduit des neuf dixièmes environ.

» Le 25 octobre, vers les 2 heures de l'après-midi, le cône a commencé à rejeter un peu de cendre noire, jusqu'au 5 novembre. Puis, il y a eu un peu de relâche. Les soirées étaient plus tranquilles, et on voyait moins de pierres projetées en l'air. Vers le 10, les pierres ont commencé à devenir plus grosses, et le 12, à minuit 15 minutes, on a ressenti à Resina, au moment où le Vésuve a fait explosion, une petite secousse qui a fait tomber quelques pierres et entr'ouvert une maison. Tous les habitants ont fui leur demeure, croyant à un tremblement de terre.

» J'ai quitté Naples, le 2 décembre au matin, dans l'espoir de pouvoir atteindre le sommet du Vésuve... En traversant la lave de 1858, qui a rempli le *Fosso-Grande*, j'ai constaté que cette lave conserve encore une température qui atteignait, en quelques points, 72 degrés : encore augmentait-elle au fur et à mesure qu'on introduisait plus profondément le thermomètre dans les vides..... Arrivé à l'Observatoire, j'eus le regret d'apprendre que les projections de matières incandescentes au sommet étaient telles que l'ascension était complétement impossible.

» Cozzolino, le guide bien connu du Vésuve, affirme que le nouveau cône a bien 200 mètres de hauteur au-dessus de la Punta del Palo; je pense qu'il faudrait réduire cette hauteur de moitié pour être dans le vrai. C'est, au reste, ce que l'on pourra vous faire savoir aussitôt qu'il sera possible de porter le baromètre au point culminant.

» Diverses coulées de lave se sont épanchées du sommet du grand cône, sortant du pied du cratère adventif.

« C'est dans la direction de l'ouest que la lave a commencé à couler le 17 novembre. Le 22, elle arrivait aux deux tiers du grand cône, et le 24, à 9 heures du matin, elle atteignait l'Atrio del Cavallo. Le 28, trois nouvelles coulées sont descendues, toujours du sommet, se dirigeant vers le cône

d'émission de 1858. L'une d'elles s'est arrêtée après avoir parcouru la cinquième partie à peu près de la hauteur du grand cône. La seconde, qui la touchait presque, et se trouve située par rapport à celle-ci en allant de l'ouest vers le sud, s'est arrêtée vers la moitié du même cône au moment où elle venait de se diviser en quatre branches parfaitement distinctes. La troisième, enfin, située tout à côté de la seconde, en allant de l'ouest vers le sud, est descendue jusqu'au pied du grand cône à peu près, et s'est arrêtée. Peu s'en est fallu (80 mètres environ) qu'elle ne fît sa jonction avec celle du pied du cône de 1858.

» En continuant notre route vers l'Atrio del Cavallo, c'est-à-dire vers le nord-est, nous rencontrons bientôt une magnifique coulée active qui, le 30 novembre, a commencé à descendre du même sommet. Elle a pris d'abord une direction nord-ouest, puis, faisant vers le milieu du grand cône un coude arrondi, s'est inclinée sensiblement vers le nord, et, le 2 décembre, est arrivée vers le milieu de la vallée qui sépare le Vésuve de la Somma, ayant déjà intercepté la route qui, avant l'éruption actuelle, conduisait au site où on laissait les chevaux pour faire l'ascension du grand cône.

» Cette coulée présente à sa base un talus de 6 mètres de hauteur sur 120 mètres de largeur, où ont continuellement lieu, de même que sur les côtés latéraux, des éboulements de roches fragmentaires plus ou moins grosses, derrière lesquelles on voit alors apparaître les blocs incandescents qu'elles recouvrent. Nulle part je n'ai vu de coulée de lave blanche, liquide, de cette lave propre à faire des empreintes. Je ne dis pas qu'il n'en existait pas vers le sommet du grand cône, mais il n'y en avait pas assurément dans toute la zone inférieure que seule j'ai pu explorer.

» De petites coulées, cheminant parallèlement et côte à côte avec celle-ci, mais qui n'arrivent pas à la moitié du grand cône, flanquent ce courant du côté de l'ouest.

» Au moment où nous sommes arrivés en ce point (l'Atrio del Cavallo, 1 heure après midi), le bout de la coulée commençait à recouvrir les laves noires de 1858 qui ont comblé le fond de ladite vallée.

» Les vapeurs qui se dégagent de la partie inférieure de la coulée sont très-légères, transparentes et ressemblent à celles que l'on observe au-dessus des champs par une belle et chaude journée d'été. Celles au contraire qui se dégagent de la lave plus liquide, dans les régions supérieures, sont blanchâtres, opaques et beaucoup plus abondantes.

» Cette dernière coulée passe à environ 500 mètres au sud des cônes de 1858.

» La présence du gaz acide n'est nullement apparente dans toute la partie inférieure de la coulée; le papier de tournesol bleu n'y a été rougi nulle part, et le tournesol rouge n'y a pas été non plus altéré par les gaz alcalins.

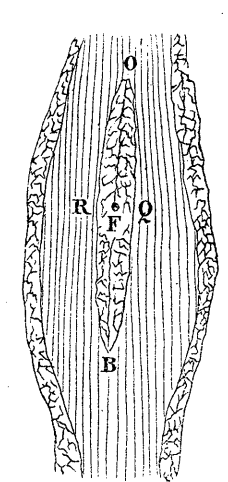
» Plus loin, une autre coulée, descendue du sommet le 29 novembre, arrivait au pied du grand cône, se dirigeant vers le nord, 5 à 6 degrés ouest.

» Aujourd'hui (5 décembre), une nouvelle coulée que j'appellerai A, prenant la même direction, arrive à 150 mètres environ du pied du grand cône. Elle semble assez active; il s'en détache, vers le milieu du cône, un bras qui prend une direction nord 10 degrés est.

» Une autre coulée, descendue dans une direction à peu près nord, dans la journée du 26, arrivait le 27 au soir à 300 mètres à peu près du pied des monts Somma. C'est la plus considérable de toutes celles que j'ai vues. Elle n'avançait plus; elle était complétement arrêtée quand je l'ai visitée.

» Cette coulée, qui s'est divisée en O pour se réunir ensuite en B, possède une fumerolle F sur le talus formé par le renversement des moraines ORB et OQB.

La fumerolle F, la seule que j'aie vue sur toutes ces laves, est acide.



Elle est tapissée et entourée d'une très-grande quantité de cristaux de chlorure de sodium. Les laves qui l'entourent sont incandescentes au-dessous de la croûte de scories que les recouvre.

» Du bas de cette coulée, on entend très-distinctement les détonations du cône adventif longtemps répétées par les échos d'alentour.

» Une autre coulée, descendue le 19 novembre, a pris la direction de la trace que l'on suivait habituellement pour faire l'ascension du grand cône. Elle a entièrement recouvert les anciennes scories pour arriver à l'endroit même où, près de cette grosse pierre que connaissent tous les voyageurs, l'on faisait stationner les chevaux. Là elle s'est bifurquée, un rameau suivant la direction primitive et l'autre obliquant vers l'ouest, pour parcourir encore chacun 200 mètres environ.

» C'est à 80 mètres à peu près de cette branche qui oblique vers l'ouest que passe la coulée A que nous avons trouvée en pleine activité. On la voit encaissée entre deux espèces de talus ou murs latéraux. Elle chemine très-

lentement, en faisant écrouler ses scories du haut en bas de sa partie frontale sans sembler tendre à s'élargir beaucoup.

» Une dernière coulée enfin, descendue le 1er décembre, a pris la direction d'Ottajano, plus vers l'est; je n'ai pas eu le temps d'aller l'observer.

» Rentré à l'Observatoire, j'y ai rencontré M. Diego Franco, qui revenait de Naples; j'ai mis tous mes appareils à sa disposition pour qu'il puisse faire les observations que mon retour obligé en France m'empêche de suivre comme je l'aurais vivement désiré. »

GÉOLOGIE. — *Ascension au Vésuve, le vendredi 10 janvier 1868*; *par* **M. H. Regnault.** (Extrait.)

« Partis de Naples, vers 10 heures du matin, nous eûmes quelque peine à gravir le cône du Vésuve, envahi par l'éruption, et nous n'atteignîmes la source de la lave qu'au coucher du soleil.

» .... Pour nous récompenser de nos fatigues, nous étions devant un spectacle vraiment infernal. La lave sortait en bouillonnant d'une sorte de tunnel, et coulait comme un torrent, avec l'éclat d'un métal fondu rougi à blanc. Par moment, elle ralentissait sa course, se soulevait à plusieurs reprises comme la poitrine d'un géant essoufflé, et chaque fois laissait échapper comme un gros soupir de vapeurs sulfureuses, que le vent chassait loin devant nous.

» Nous étions sur le sol de l'ancien cratère, sur lequel j'avais piétiné l'année dernière : alors, il était en creux; mais, au moment de l'éruption, il s'est gonflé et s'est soulevé en dos d'âne, puis a crevé, et c'est de là que sortent les jets de fumée et de projectiles. Les projectiles, en retombant avec la cendre, ont formé un second cône, qui s'est élevé peu à peu, et qui couronne maintenant le sommet du grand cône. Nous étions au pied de ce nouveau cône, sur la partie de l'ancien cratère encore à découvert, et d'où sort le torrent de lave, qui se divise ensuite en deux ou trois bras, se réunit au pied du cône en un seul courant pour se diviser de nouveau en deux branches qui se dirigent, l'un vers Resina, et l'autre vers Torre del Greco.

» Au-dessus de nos têtes s'étendait un grand panache de vapeur éclairé par les reflets rouges de la lave : toutes les dix ou quinze secondes, le cratère vomissait un immense plumet noir, qui s'élevait comme un arbre colossal et qui retombait en cendres. C'est au milieu de ce jet noir que sautaient les pierres enflammées, qui montaient à une assez grande hauteur et retombaient

en roulant sur les flancs du petit cône : c'était, en grand, un bouquet de feu d'artifice, partant avec un vacarme proportionné à sa taille.

» Nous sommes restés là une demi-heure, jusqu'à ce que la nuit fût à peu près venue. Nous avons trempé nos bâtons dans la lave ; ils flambaient immédiatement comme des allumettes, et le courant était si rapide qu'il entraînait la pointe du bâton, et il était impossible de résister à cette force. Il va sans dire que, bien que la main enveloppée dans des mouchoirs et la figure cachée derrière son chapeau, on ne pouvait rester que trois ou quatre secondes aussi près du feu. Nous avons fait quelques moulages de pièces de monnaie dans des gouttes de lave que le guide faisait sauter hors du courant. En descendant, nous nous sommes trouvés en face d'un courant de lave qui était sorti nouvellement d'un point plus élevé que nous et descendait tranquillement du côté par lequel nous étions montés quelques moments auparavant. Si nous nous étions attardés un peu plus, nous aurions été entourés par la lave et enfermés dans une île d'où il aurait été difficile de sortir. Nous avons donc pris un peu sur la gauche pour passer avant l'arrivée de la lave, et nous avons gagné, à notre droite, la partie de la montagne où la cendre n'avait pas été recouverte de la lave.

» Arrivés en bas du cône, nous nous sommes trouvés dans le cratère primitif, la Somma. Nous avions devant nous d'immenses murailles de roc à pic, aux arêtes fermes et découpées, aux contours sauvages et terribles. La nuit leur donnait quelque chose de plus effrayant encore. Les reflets rouges, renvoyés par la traînée de vapeurs qui suit le cours de la lave, en éclairaient les sommets. Le lendemain, nous apprîmes que la coulée de lave qui se dirigeait vers Resina s'était arrêtée, et que la coulée, qui commençait la veille à prendre le chemin de Torre del Greco, avait fait près de 2 kilomètres pendant la nuit. »

M. W. A. Ross adresse une Note imprimée, concernant la Cristallographie et le Chalumeau.

Cette Note, imprimée en anglais, sera soumise à l'examen de M. H. Sainte-Claire Deville, pour en faire, s'il y a lieu, l'objet d'un Rapport verbal.

M. U. Coypel adresse une Note relative à l'époque de l'apparition des végétaux sur le globe.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Brongniart.

M. **Duval** adresse, par l'intermédiaire du Ministère de l'Instruction publique, une Note relative à l'apparition de deux étoiles filantes.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Babinet.

M. J. **Anikéeff**, de Moscou, fait hommage à l'Académie d'un instrument qui a figuré à l'Exposition universelle de 1867, et qui sert à confectionner les verres d'optique sphériques ou paraboliques.

A 5 heures et demie, l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 6 heures. E. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 20 janvier 1868, les ouvrages dont les titres suivent :

Paléontologie française, ou Description des animaux invertébrés fossiles de la France. Terrain crétacé. Livr. 24, t. VIII : *Zoophytes; par* M. DE FROMENTEL; texte, feuilles 19 à 21 ; atlas, planches 73 à 84, novembre 1867. Paris, 1867; in-8°. (Présenté par M. d'Archiac.)

Exposé sommaire des travaux publiés depuis 1842 sur divers sujets d'agronomie, de chimie minérale ou de chimie appliquée à l'agriculture, et de physique générale; par M. J.-Isidore PIERRE. Caen, 1863; in-4°.

Notice supplémentaire sur les travaux publiés depuis 1862 sur divers sujets d'agronomie; par M. J.-Isidore PIERRE. Caen, 1868; in-4°.

Bienfaits des sociétés de secours mutuels pour les classes laborieuses; par M. EBRARD. Grenoble, 1862; in-8°.

Misère et charité dans une petite ville de France, de 1560 à 1862. Essai historique et statistique sur les établissements et institutions de bienfaisance de la ville de Bourg. Bourg, 1866; 1 vol. grand in-8°.

(Ces deux ouvrages sont renvoyés au concours de statistique 1868.)

Importance des ossements cassés des gisements paléo-archéologiques et du mode de cassure; par M. GARRIGOU. Paris, 1867; in-8°. (Présenté par M. d'Archiac.)

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 JANVIER 1868.

PRÉSIDENCE DE M. DELAUNAY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

« Après la lecture du procès-verbal, **M. Dumas** prie l'Académie de permettre qu'il lui adresse ses remercîments pour l'honneur dont il vient d'être l'objet de sa part.

» Quoique sa nomination aux fonctions de Secrétaire perpétuel n'ait pas encore reçu l'approbation de Sa Majesté, il espère que l'Académie voudra bien accepter dès aujourd'hui l'expression de sa profonde reconnaissance, ainsi que celle de son entier dévouement à ses intérêts, et qu'elle en autorisera l'insertion au procès-verbal de la séance actuelle. »

M. le Président rappelle à l'Académie la perte douloureuse qu'elle a faite, depuis la dernière séance, dans la personne de *M. Serres*, décédé le 22 janvier. Les obsèques ont eu lieu le 25; M. Andral a pris la parole au nom de l'Académie des Sciences, M. Chevreul au nom du Muséum d'Histoire naturelle.

M. Becquerel rappelle que l'une des dernières pensées de M. Serres a été pour l'Académie, pour le Muséum, et pour les progrès ultérieurs de la science auxquels il a désiré contribuer par des legs importants.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Réponse à la communication de* M. de Pontécoulant; *par* **M. Chasles.**

« J'ai dit, en répondant aux premières critiques du P. Secchi, que M. Grant avait écrit en astronome. Je puis croire que c'est cette observation imprudente, dont je n'ai pas prévu les conséquences, qui a éveillé l'attention de M. de Pontécoulant, et l'a porté à adresser à l'Académie un travail qui paraît fort ancien, car il ne concerne que les masses des planètes données par Pascal dans une des quatre Notes qui ont été le sujet de ma première communication (séance du 15 juillet), et il n'y est même nullement question des densités des planètes qui se trouvent dans la communication suivante (22 juillet). En outre, ce travail paraît antérieur aux communications de M. R. Grant, car M. de Pontécoulant paraît ignorer que les objections qu'il adresse à l'Académie ont déjà été le sujet de ces communications, auxquelles j'ai répondu. Je pourrais me borner à cette seule réflexion. Je vais cependant faire quelques remarques sur ce travail.

» M. de Pontécoulant donne d'abord la formule qui résulte des deux Notes de Pascal sur le calcul du rapport des masses des planètes à celle du Soleil, et il fait observer que cette formule coïncide avec celle de Newton.

» Il ajoute qu' « il est *bien évident* que quand bien même Pascal, par la » force de son génie, serait parvenu à la formule, il n'aurait pu en faire » *aucun usage*, faute des données astronomiques nécessaires. » M. de Pontécoulant admet-il dès ce moment, ou se propose-t-il de prouver cette prétendue *évidence?* Je ne saurais le dire.

» Quant aux masses de Jupiter, de Saturne et de la Terre, que Pascal exprime par les nombres

$$\frac{1}{1067}, \quad \frac{1}{3021}, \quad \frac{1}{169282},$$

M. de Pontécoulant dit que c'est là « que la falsification apparaît dans » toute son évidence. » Voici les preuves qu'il en donne.

» 1° La masse de Jupiter est celle qu'a trouvée Newton.

» 2° La masse de Saturne diffère très-peu de celle de Newton. Il y a ici une légère inadvertance, car le nombre de Newton est absolument le même que celui de Pascal. M. de Pontécoulant ajoute que le calcul demande que l'on connaisse la distance du 6e satellite au centre de la planète, « distance » que Pascal ne pouvait connaître ». C'est l'objection de MM. Grant et Secchi, à laquelle j'ai répondu en produisant les Lettres de Galilée.

» 3° Enfin, au sujet de la masse de la Terre, M. de Pontécoulant fait un raisonnement dont je ne vois pas bien le sens.

» Il dit que la formule ne pouvait donner, au temps de Pascal, le nombre $\frac{1}{169282}$, qui est double à peu près de la valeur actuelle de la masse de la Terre : « une pareille erreur, ajoute-t-il, étant beaucoup trop forte pour » être attribuée à Pascal dans un temps où tous les éléments du système » solaire étaient à peu près aussi bien connus qu'ils le sont aujourd'hui. » Dans un autre passage, M. de Pontécoulant avait déjà dit : « De pareilles » erreurs sont difficiles à admettre chez un homme tel que Pascal, qu'on » doit supposer parfaitement au courant des connaissances astronomiques » de son temps. »

» Ainsi, M. de Pontécoulant pense que pour attribuer le nombre $\frac{1}{169282}$ à Pascal, il faut admettre qu'il n'était pas au courant des données astronomiques de son temps, parce que s'il les eût connues il aurait trouvé un nombre plus exact.

» D'où il conclut que les Notes qui renferment la formule ne sont pas de Pascal.

» Ce raisonnement me paraît infirmé par Newton lui-même, dont M. de Pontécoulant prend la défense contre Pascal; car dans la première édition des *Principes*, Newton conclut de la même formule un nombre beaucoup plus inexact que celui de Pascal, et dans la troisième édition de 1726, il adopte le nombre même de Pascal.

» Comment M. de Pontécoulant entend-il que les données astronomiques connues au temps de Pascal devaient donner un résultat plus exact que celles du temps de Newton?

» Quoi qu'il en soit, M. de Pontécoulant conclut que « les prétendues » Lettres de Pascal ne sont point sorties de la plume de ce grand homme, » qu'elles ont été écrites dans un temps beaucoup postérieur à l'apparition » du livre des *Principes;* que cette prétendue correspondance ne saurait » mériter un examen sérieux de tout homme initié aux premières notions » de la théorie du système du monde. »

» Est-ce bien cela que M. de Pontécoulant a prouvé, comme il le croit? »

ÉCONOMIE RURALE. — *Recherches chimiques sur la respiration des animaux d'une ferme* (suite). — *Influence du régime alimentaire.* — *Étude comparative de la respiration des veaux élevés au pâturage et des veaux nourris au lait; par* **M. J. Reiset** (1).

« Dans une série d'expériences publiées en 1863 (2), j'ai plus particulièrement étudié la respiration des animaux ordinaires d'une ferme.

» Cette étude présentait, suivant moi, un grand intérêt agronomique, car elle devait fournir de très-utiles renseignements pour diriger l'hygiène et l'alimentation du bétail.

» Les dimensions de mon appareil m'ont permis alors d'opérer sur des moutons adultes, sur des veaux, sur des animaux de l'espèce porcine, sur de grosses volailles, et j'ai établi par ces expériences quelles sont les variations de composition que ces divers animaux font subir à l'air atmosphérique dans un espace confiné.

» Pendant la respiration des moutons et des veaux une proportion très-considérable d'*hydrogène protocarboné* se retrouve toujours dans l'ensemble des gaz exhalés. Cette production de l'hydrogène carboné a lieu régulièrement et dans les conditions normales; ce fait général m'a paru lié d'une manière absolue à l'alimentation ordinaire des ruminants et aux actes qui accompagnent les phénomènes de la digestion.

» Pour éclairer cette question, il convenait d'étudier la respiration des ruminants, en cherchant les moyens de faire varier la nature de leurs aliments. Les veaux devaient se prêter parfaitement à ce système d'expériences; exclusivement *herbivores* après leur premier âge, ils peuvent être considérés comme de véritables *carnivores*, tant que l'on continue à les nourrir avec le lait, soit pour les élever, soit pour les amener à l'état d'engraissement. J'ai donc pu comparer les produits exhalés par ces *ruminants* sous l'influence de deux régimes alimentaires très-différents.

» Je reproduis le tableau des expériences faites sur des veaux élevés au pâturage.

Veaux au pâturage.

Expérience I. — Un veau mâle de 5 mois; poids 62 kilogrammes.

Experience II. — Un veau mâle de 9 mois; poids 115 kilogrammes.

---

(1) Bien que l'ensemble des trois communications de M. Reiset dépasse les limites réglementaires, l'Académie a décidé qu'elles seraient reproduites en entier au *Compte rendu*.

(2) *Comptes rendus*, t. LVI, p. 740.

Expérience III. — Le même veau déjà soumis à l'expérience précédente; poids 115 kilogrammes.

Ces animaux pâturaient en liberté dans un bon herbage.

	I.	II.	III.
Poids de l'oxygène consommé	$433^{gr},559$	$629^{gr},692$	$719^{gr},317$
Poids de l'acide carbonique produit	513,453	747,162	859,458
Poids de l'oxygène contenu dans l'acide carbonique	373,420	543,390	625,060
Poids du carbone brûlé par heure	10,668	17,928	16,038
Poids de l'azote exhalé pendant l'expérience	3,576	3,848	4,349
Poids de l'azote exhalé par vingt-quatre heures	6,535	6,517	7,141
Poids de l'oxygène consommé par heure	33,012	55,380	49,218
Poids de l'oxygène consommé en une heure par 1 kilogramme de l'animal	0,533	0,481	0,428
Rapport entre le poids de l'azote exhalé et celui de l'oxygène consommé	0,0081	0,0061	0,0060
Volume de l'hydrogène protocarboné exhalé	$14^{lit},526$	$16^{lit},413$	$20^{lit},381$
Hydrogène protocarboné exhalé par heure	1,106	1,444	1,394
Oxygène retrouvé dans l'acide carbonique	86,13 } 100	86,29 } 100	86,89 } 100
Oxygène fixé autrement	13,87 }	13,71 }	13,11 }
Durée de l'expérience	13^h8^m	11^h22^m	14^h37^m

» Les expériences qui précèdent montrent que chez les veaux *herbivores* le phénomène de la respiration s'accomplit avec une exhalation d'azote et une production normale d'*hydrogène protocarboné*. Le volume de ce dernier gaz a été en moyenne de $1^{lit},315$ par heure; le poids de l'azote exhalé en vingt-quatre heures étant de $6^{gr},731$, on voit que le rapport entre le poids de l'oxygène contenu dans l'acide carbonique et le poids de l'oxygène consommé reste constant dans les trois expériences : pour 100 d'oxygène consommé, on en retrouve en moyenne 86,44 dans l'acide carbonique.

» J'ai résumé dans les tableaux qui suivent les résultats de cinq expériences faites sur les veaux maintenus au régime exclusif du lait :

Veaux nourris au laitage.

Expérience I. — Veau de 27 jours, une génisse, recevant pour toute nourriture, depuis sa naissance, du lait caillé après écrémage ou *mattes*. Son poids est de 65 kilogrammes. Un petit panier constamment maintenu au bout du museau empêche l'animal de manger la paille de sa litière.

Expérience II. — Veau de l'expérience précédente, toujours au même régime. Il est âgé de 45 jours et pèse 90 kilogrammes.

Expérience III. — Le même veau, âgé de 51 jours. Son poids est de 102 kilogrammes avant l'expérience.

Le régime alimentaire se compose exclusivement de lait caillé et écrémé.

	I.	II.	III.
	gr	gr	gr
Poids de l'oxygène consommé	537,883	631,117	687,827
Poids de l'acide carbonique produit	641,405	763,633	142,487
Poids de l'oxygène contenu dans l'acide carb.	466,476	555,369	612,717
Poids du carbone brûlé par heure	16,983	18,430	20,125
Poids de l'azote exhalé pendant l'expérience.	5,311	7,199	4,139
Poids de l'azote exhalé en vingt-quatre heures.	12,375	15,289	8,700
Poids de l'oxygène consommé par heure...	52,220	55,851	60,245
Poids de l'oxygène consommé en une heure par 1 kilogramme de l'animal	0,803	0,620	0,590
Rapport entre le poids de l'azote et celui de l'oxygène consommé	0,0098	0,0114	0,0060
Volume d'hydrogène exhalé sans mélange de gaz carboné	2^{lit},066	1^{lit},258 (1)	1^{lit},157 (1)
Oxygène retrouvé dans l'acide carbonique...	86,72 } 100	87,99 } 100	89,08 } 100
Oxygène fixé autrement	13,28 }	12,01 }	10,92 }
Durée de l'expérience	10^{h}18^m	11^{h}18^m	11^{h}25^m

Veau ne buvant que du lait.

Expérience I. — Veau âgé de 40 jours, buvant depuis sa naissance le lait de sa mère. Le poids de ce veau, déjà gras, est de 102 kilogrammes.

Expérience II. — Le même veau à 45 jours. Son poids est de 112 kilogrammes au moment d'entrer dans l'appareil, après avoir bu du lait.

Un panier maintenu au bout du museau empêche l'animal de manger la paille de sa litière.

	I.	II.
	gr	gr
Poids de l'oxygène consommé	720,910	829,406
Poids de l'acide carbonique produit	797,358	929,296
Poids de l'oxygène contenu dans l'acide carbonique..	579,896	675,851
Poids du carbone brûlé par heure	19,739	21,817
Poids de l'azote pendant l'expérience	2,456	3,817
Poids de l'azote exhalé en vingt-quatre heures	5,350	7,865
Poids de l'oxygène consommé par heure	65,540	71,400
Poids de l'oxygène consommé en une heure par 1 kilogramme de l'animal	0,642	0,639
Rapport entre le poids de l'azote exhalé et celui de l'oxygène consommé	0,0034	0,00459
Traces de gaz combustible impossible à doser.		
Oxygène retrouvé dans l'acide carbonique	80,44 } 100	81,54 } 100
Oxygène fixé autrement	19,56 }	18,46 }
Durée de l'expérience	11^{h}1^m	11^{h}37^m

(1) Dans les expériences II et III, l'hydrogène était mélangé avec des *traces* de gaz carboné.

» En examinant ces tableaux, on voit que chez les veaux ne buvant que du *laitage* et privés de nourriture végétale, la nature des produits gazeux de la respiration se rapproche de ceux qui sont exhalés par les *carnivores*.

» La production de l'hydrogène protocarboné devient absolument nulle. Il est très-vraisemblable que ce gaz ne prend naissance qu'au sein des masses alimentaires de nature végétale en voie de fermentation et d'élaboration dans le premier estomac, lorsque les ruminants sont à leur régime habituel. Je crois intéressant de rappeler ici qu'en étudiant la formation des *fumiers* j'ai toujours observé un dégagement abondant d'hydrogène protocarboné et d'azote lorsque la fermentation et la décomposition des matières végétales ou animales s'effectuent à l'abri de l'oxygène atmosphérique.

» Je suis ainsi amené à penser que le développement de l'hydrogène protocarboné dans l'estomac des ruminants est dû à un phénomène de combustion incomplète, et j'ajouterai que ce gaz se retrouve toujours en proportions considérables chez les animaux qui succombent à la suite de l'indigestion gazeuse connue sous le nom de *météorisation*.

» L'exhalation de l'azote a été très-considérable et presque doublée, alors que les animaux ont reçu pour toute nourriture du lait caillé privé de beurre. Ce régime est en effet beaucoup trop riche en matières azotées, et l'analyse des produits de la respiration peut expliquer le succès d'une pratique mise en usage dans nos fermes : quand les veaux sont à l'engraissement, on mélange souvent le lait ou le lait caillé avec une certaine quantité de riz bien cuit. Cette substance *hydro-carbonée,* ajoutée aux aliments, fournit à la respiration des principes facilement combustibles et ménage ainsi la destruction des matières plastiques riches en azote.

» On voit encore que le rapport entre le poids de l'oxygène contenu dans l'acide carbonique et le poids de l'oxygène consommé a varié très-considérablement : pour 100 d'oxygène consommé, on en retrouve en moyenne 88 dans l'acide carbonique produit par les veaux nourris avec le lait caillé privé de beurre, et 81 seulement par les veaux buvant du lait naturel.

» Ces nouvelles expériences confirment cette *conclusion générale* déduite de nos premières recherches, savoir que *les produits de la respiration dépendent bien plus de la nature des aliments que de l'espèce animale.* »

ÉCONOMIE RURALE. — *Étude des gaz produits pendant la météorisation des ruminants. Application à la thérapeutique vétérinaire;* par **M. J. Reiset.**

« La *météorisation* fait chaque année de nombreuses victimes parmi les ruminants nourris au pâturage.

» Cette maladie est souvent foudroyante, et les bergers doivent apporter la plus grande vigilance quand les troupeaux pâturent les luzernes ou les jeunes trèfles. Une demi-heure suffit pour mettre deux ou trois cents bêtes en danger de mort. Aux premiers symptômes de gonflement, les animaux doivent être promptement retirés du pâturage; la diète pendant quelques heures peut souvent enrayer le mal, mais on voit parfois le gonflement augmenter avec une rapidité effrayante; la suffocation arrive, et l'animal ne tarde pas à succomber, si on n'a pu lui porter secours en temps utile.

» L'introduction de la sonde œsophagienne peut amener, dans certains cas, le dégagement des gaz par la bouche, surtout chez les animaux de la race bovine; chez les moutons, on parvient quelquefois à les soulager assez rapidement en pressant énergiquement les flancs avec les mains.

» Enfin, dans nos campagnes, les bergers ont ordinairement des *breuvages* et des remèdes plus ou moins secrets qu'ils infligent aux pauvres bêtes. Beaucoup de ces remèdes sont inefficaces ou dangereux, et il faut avouer que les cultivateurs restent à cet égard dans une ignorance à peu près complète.

» Pour éclairer la thérapeutique vétérinaire, il importe surtout de connaître exactement la nature des gaz qui amènent, par leur développement, la distension et même la rupture des organes.

» J'ai pu recueillir ces gaz dans des conditions exceptionnelles de pureté sur une vache météorisée, au moment où elle venait de mourir dans ma ferme.

» Cette vache, au pâturage dans un trèfle, au mois de juin, commençait à gonfler vers 6 heures du matin, et elle succombait en moins de deux heures, malgré les soins qui lui furent prodigués.

» Un tube métallique sous forme de *trocart* fut immédiatement enfoncé dans le *rumen*, et le gaz put être recueilli avec la plus grande facilité sur une cuve à mercure. On avait d'abord constaté avec le manomètre que les gaz contenus dans l'estomac distendu de cette vache avaient une tension représentée par 63 millimètres de mercure, la pression atmosphérique étant de $753^{mm},6$.

» Le gaz, analysé avec tous les soins convenables dans notre eudiomètre, avait la composition suivante :

Acide carbonique	74,33
Hydrogène protocarboné	23,46
Azote	2,21
	100,00

» Ce gaz ne contenait ni oxygène ni hydrogène sulfuré.

» Dans le gaz d'un mouton météorisé on a trouvé 76 pour 100 d'acide carbonique.

» Ces résultats analytiques enseignent d'une manière très-précise le traitement à suivre.

» Dans un cas de *météorisation*, il convient d'absorber le plus promptement possible l'acide carbonique, dont la proportion représente les trois quarts du volume des gaz qui déterminent le gonflement.

» L'emploi des *alcalins* est donc tout naturellement indiqué.

» On administre parfois avec succès l'alcali volatil ou ammoniaque, mais il est à craindre que le carbonate d'ammoniaque formé ne reste à l'état gazeux dans l'estomac et ne produise qu'une *condensation imparfaite*.

» Dans les ouvrages traitant de médecine vétérinaire, on recommande encore l'usage de potions au savon, du chlorure de chaux, de la lessive de cendres. L'emploi de ces médicaments est rationnel et peut avoir son utilité. Il semblerait toutefois préférable d'avoir recours à des alcalis fixes et puissants. Je crois donc devoir signaler à l'attention des agriculteurs et des vétérinaires la magnésie calcinée et même le sucrate de chaux, comme pouvant soulager immédiatement l'animal par une *condensation rapide de l'acide carbonique*.

» Déterminer exactement la dose nécessaire d'alcalis caustiques pour obtenir cette condensation, sans altérer les membranes de l'estomac, me paraît une question du plus grand intérêt pour l'économie du bétail. On mettra ainsi entre les mains des cultivateurs un moyen facile et sûr de combattre une maladie qui peut frapper soudainement un nombreux troupeau. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Note sur la production du gaz nitreux pendant la marche des fermentations dans les distilleries. Dosage des proportions d'ammoniaque contenues dans le jus de la betterave*; par **M. J. Reiset**.

« Les praticiens qui s'occupent de la distillation des betteraves redoutent

comme un accident très-grave la production du *gaz nitreux* pendant la fermentation des jus sucrés. On observe presque toujours ce trouble dans la marche du travail dès que les jus sucrés ne contiennent plus une proportion convenable d'acides libres. Les fermentations deviennent alors languissantes; du gaz nitreux se dégage en abondance dans les cuves; enfin, après ce dégagement de gaz nitreux, que l'on ne s'explique pas encore, la fermentation alcoolique s'arrête ordinairement pour ne plus reparaître, quelles que soient d'ailleurs les quantités de levûre ajoutées dans ces cuves. Le ferment lactique se développe, il domine, et le sucre passe rapidement à l'état d'acide lactique. J'ai pu ainsi constater que des jus, qui ne contenaient que 2 grammes d'acides libres avant cette fermentation, arrivaient rapidement à une proportion de 8 à 10 grammes par litre, sans avoir ajouté aucune nouvelle proportion d'acide.

» Pour obtenir une marche régulière dans le travail de la distillerie et de bonnes fermentations franchement alcooliques, j'ai établi d'une manière générale, par une série d'observations alcalimétriques continuées pendant plusieurs campagnes, que les jus doivent renfermer une quantité d'acides libres correspondant à 3 grammes d'acide sulfurique monohydraté par litre de jus provenant de la macération.

» On voit que, dans une distillerie bien conduite, il convient de régler méthodiquement les proportions de l'acide sulfurique, employé trop souvent sans discernement, comme un remède à tous les accidents qui peuvent survenir dans la fabrication.

» En cherchant à déterminer la nature des bases que contient le jus normal de la betterave, on trouve que l'ammoniaque, sans doute combinée avec des acides faibles, peut saturer à elle seule la presque totalité de l'acide sulfurique ajouté pendant les opérations.

» Pour doser l'ammoniaque dans le jus naturel de la betterave, j'ai employé la méthode indiquée par M. Boussingault. Cette méthode rapide, dont on connaît la précision et la sensibilité, trouve chaque jour de nouvelles applications : 30 ou 50 centimètres cubes de jus sucré étaient introduits dans l'appareil distillatoire, contenant 1 litre d'eau distillée parfaitement pure; on ajoutait au mélange 5 centimètres cubes de potasse à 40 degrés, puis on procédait à la distillation en recueillant successivement 2 volumes de 200 centimètres cubes chacun; la proportion d'ammoniaque se trouvant déduite en saturant, par les produits de cette distillation fractionnée, un volume connu d'acide sulfurique titré.

» Voici quelques-uns des résultats analytiques.

» Un litre de jus obtenu par la pression de betteraves rapées a fourni :

	$0^{gr},772$	d'ammoniaque (AzH^3),
	0,441	»
	0,544	»
	0,534	»
	0,740	»
	0,775	»
En moyenne...	0,634	»

» Cette quantité varie suivant la nature des racines et suivant l'engrais contenu dans le sol où elles ont végété.

» Recherchant l'ammoniaque dans les vinasses qui servent à de nouvelles macérations de la betterave dans le procédé de M. Champonnois, j'ai trouvé en moyenne $0^{gr},485$ d'ammoniaque (AzH^3) par litre de vinasse.

» Le volume de ces résidus, en roulement dans la fabrication, contient ainsi à peu près exactement la quantité d'ammoniaque apportée chaque jour par les racines mises en macération.

» On a souvent cherché à expliquer la formation du gaz nitreux pendant la fermentation des cuves par une décomposition des nitrates, qui se retrouvent dans les jus. Mais comment admettre alors, avec tous les praticiens, qu'un traitement par l'acide sulfurique soit le remède *infaillible* contre cet accident. Pensant, au contraire, que l'on doit attribuer la *production du gaz nitreux* à un phénomène d'oxydation de l'ammoniaque, quand cet alcali ne se trouve pas saturé par un acide énergique, comme l'acide sulfurique, j'ai réglé l'emploi de cet acide en tenant surtout compte de la présence de l'ammoniaque dans les racines.

» Cette observation, mise en pratique depuis trois ans dans la distillerie d'Écorchebœuf, a donné d'excellents résultats; les *fermentations nitreuses* ne se produisent plus que très-rarement et tout à fait par exception.

» Dans un Mémoire *sur la fabrication du sucre de betteraves,* MM. Leplay et Cuisinier (1) ont indiqué « que, en faisant bouillir les jus et sirops de » betterave pendant un temps plus ou moins prolongé en présence des » alcalis caustiques, potasse, soude et chaux, les *matières azotées* sont » décomposées et qu'il se dégage de l'ammoniaque. »

» Les auteurs ne paraissent pas avoir soupçonné que cette ammoniaque pouvait préexister dans le jus naturel des racines, avant toute décompo-

(1) *Comptes rendus,* t. LX, p. 221; année 1865.

sition des matières azotées; toutefois, ils ont calculé qu'une fabrique de sucre produisant 1000 hectolitres de jus par jour était susceptible de donner jusqu'à 300 kilogrammes de sulfate d'ammoniaque par jour.

» Cette quantité de sulfate d'ammoniaque correspond à $0^{gr},770$ d'ammoniaque (AzH^3) par litre de jus.

» On voit que ce résultat industriel se rapproche beaucoup des nombres que j'ai trouvés par l'analyse directe des jus naturels.

» Pour éviter une perte préjudiciable aux intérêts de l'industrie manufacturière et agricole, nous devons espérer que les auteurs réaliseront le projet qu'ils avaient annoncé d'étudier une disposition spéciale d'appareils pour recueillir l'ammoniaque dégagée pendant les premiers temps de l'évaporation des jus. »

« **M. Milne Edwards** ajoute que l'on ne se ferait pas une idée juste des expériences intéressantes de M. Reiset, si l'on supposait qu'elles ne portent que sur les produits de la respiration, ou même sur des gaz qui seraient en réalité *exhalés* de l'organisme. Les gaz dégagés par les animaux soumis aux expériences de M. Reiset proviennent évidemment de deux sources parfaitement distinctes, savoir : 1° de l'exhalation respiratoire qui verse au dehors les produits volatiles ou gazeux élaborés dans la profondeur de l'organisme et charriés par le sang; 2° de la fermentation des matières alimentaires introduites dans le tube digestif et non encore absorbées. Ces gaz intestinaux ou gastriques ne sont pas des produits physiologiques; ils naissent dans l'estomac ou dans l'intestin, comme ils naîtraient dans tout autre vase où les phénomènes chimiques du même ordre se développeraient, et ils ne sont pas exhalés par l'organisme, mais simplement évacués au dehors par la bouche ou par l'anus. Il est probable que la totalité de l'hydrogène carboné et de l'acide sulfhydrique que l'on a trouvée mêlée à l'acide carbonique et à l'azote exhalés par les poumons n'a pas d'autre source, et doit être considérée comme étant complétement étrangère au travail respiratoire qui a son siége dans les profondeurs de l'organisme. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Essais sur la réduction du niobium et du tantale; par* **M. L. Marignac.**

« Le fluoniobate de potasse est réduit sans difficulté par le sodium dans un creuset en fer forgé. Mais le produit de cette opération n'est point le niobium lui-même, mais un alliage de ce corps et de sodium, ou plutôt un

niobure de sodium, qui reste disséminé dans la masse fondue à l'état d'une poudre noire.

» En présence de l'eau, ce composé se détruit avec un très-faible dégagement d'hydrogène et se transforme en niobure d'hydrogène, renfermant environ 1 pour 100 d'hydrogène, correspondant par conséquent à la formule NbH. Le composé reste d'ailleurs souillé d'une certaine quantité de composés oxygénés du niobium, dont je n'ai pu parvenir à le débarrasser complétement; on ne parvient qu'à en éliminer la plus grande partie en le faisant digérer avec de l'acide fluorhydrique étendu, mais on perd ainsi une proportion considérable du produit, qui se dissout aussi dans cet acide.

» Aussi ce produit ne subit-il qu'une augmentation de poids de 37 à 38 pour 100 en se convertissant en acide niobique par le grillage, tandis que le calcul exigerait 41 pour 100. Il y a loin toutefois de ce résultat à celui qu'avait obtenu H. Rose en réduisant par le sodium un composé qui renfermait évidemment encore de l'oxygène. Son niobium ne gagnait que 21 à 22 pour 100 d'oxygène par le grillage; c'était certainement un protoxyde de niobium NbO, qui doit absorber 21,8 pour 100 d'oxygène.

» Ce niobure d'hydrogène est une poudre noire, excessivement ténue, dont la densité a varié de 6 à 6,6. Inattaquable par l'acide chlorhydrique, l'acide azotique et l'acide sulfurique étendu, il peut être attaqué et dissous par l'acide sulfurique concentré et bouillant, par les bisulfates alcalins en fusion, par l'ébullition avec les alcalis caustiques, et surtout par l'acide fluorhydrique, même étendu d'eau. Chauffé au contact de l'air, il entre en ignition, et se convertit promptement en acide niobique.

» Cet hydrure est très-stable. Maintenu au rouge blanc pendant une heure, dans un courant d'hydrogène, il en retenait encore 0,9 pour 100. La faible diminution dans la proportion de cet élément n'était même peut-être due qu'à ce que je n'avais pas réussi à éliminer les dernières traces d'air de l'appareil. Il n'avait subi aucune agglomération, seulement sa densité s'était élevée à 7,37.

» J'ai essayé de réduire la fluoniobate de potasse par le magnésium; je ne cite cet essai que pour signaler la violente détonation qui l'a terminé.

» La réduction par l'aluminium dans un creuset de graphite, ou dans un creuset brasqué, donne lieu à un niobure d'aluminium, $NbAl^3$, que l'on obtient comme résidu en traitant par l'acide chlorhydrique le culot d'aluminium dans lequel il est disséminé.

» Ce composé se présente sous la forme d'une poudre éminemment cristalline, d'un gris de fer, jouissant d'un éclat métallique très-prononcé, mais

se réduisant facilement en une poussière presque noire. Sa densité est de 4,45 à 4,52.

» Il offre à peu près les mêmes propriétés que le composé précédent, seulement il est un peu plus attaquable par les acides et peut être dissous par une ébullition prolongée avec l'acide chlorhydrique concentré. En revanche il est bien moins combustible et ne s'oxyde que très-incomplétement par le grillage.

» L'oxydation de ce composé par le bisulfate de potasse en fusion et son analyse donnent le moyen de déterminer directement la composition de l'acide niobique. En déduisant du poids de la matière analysée celui de l'aluminium et d'une très-petite quantité de silicium dosés à l'état d'alumine et d'acide silicique, j'ai obtenu dans deux essais, pour 100 parties de niobium, 141,9 et 142,7 d'acide niobique, résultats parfaitement conformes à la composition que j'ai attribuée à cet acide : le calcul indique en effet 142,5.

» Les essais de Berzélius et de H. Rose, sur la réduction du fluotantalate de potasse par le sodium, ayant donné des résultats tout à fait semblables à ceux que j'ai obtenus avec le fluoniobate, je n'ai pas essayé de répéter cette expérience. Mais j'ai étudié la réduction de ce sel par l'aluminium. Elle se passe exactement comme celle du fluoniobate, et l'on obtient une combinaison de tantale et d'aluminium, dont la composition correspond à la formule $TaAl^3$.

» C'est aussi une poudre cristalline à éclat métallique, d'un gris de fer, donnant une poussière noire, dont la densité est de 7,02. Elle est presque inattaquable par l'acide chlorhydrique, se dissout facilement dans l'acide fluorhydrique, ne s'oxyde presque pas par le grillage.

» Le résultat général qui me paraît établi par ces recherches consiste dans une nouvelle confirmation de l'analogie, souvent signalée déjà, entre le niobium, le tantale et le silicium. La résistance aux acides autres que l'acide fluorhydrique, l'existence et la stabilité du niobure d'hydrogène, et le fait que les combinaisons de ces corps avec l'aluminium se laissent facilement réduire en une poussière noire non métallique, tendent à exclure ces éléments de la classe des métaux. Il me paraît impossible de ne pas réunir dans un même groupe ces deux corps et le silicium, auquel s'adjoignent naturellement le titane et le zirconium.

» Or il est à remarquer que le mode de constitution des principales combinaisons de ces divers éléments n'est point le même, ou, pour employer le terme maintenant usité, ils n'ont pas la même atomicité. Le niobium et le

tantale sont des éléments pentatomiques, tandis que les autres corps du même groupe sont tétratomiques.

» Cette considération, jointe à d'autres faits analogues qu'il serait superflu de rappeler, me fait croire qu'il ne serait pas sans inconvénient de vouloir faire, du caractère tiré de l'atomicité des éléments, la base fondamentale et exclusive de la classification chimique. On est amené par là en effet à rapprocher des corps qui offrent sous tous les autres rapports les plus grandes différences et à séparer au contraire ceux dont les analogies sont les plus manifestes. La réunion de l'argent aux métaux alcalins, par exemple, ne me paraît pas plus justifiée que ne le serait la séparation du silicium et du niobium. »

« **M. H. Sainte-Claire Deville**, après avoir présenté la Note de M. de Marignac, fait remarquer qu'elle donne la raison des recherches infructueuses faites par beaucoup de chimistes et par lui-même en particulier pour l'extraction du niobium à l'état cristallisé.

» En faisant, il y a quelques années, ces tentatives, il a produit deux substances très-belles et très-intéressantes, sans doute, dont il ne peut, faute de temps, s'occuper en ce moment. Il recommande ces matières à l'attention des chimistes.

» 1° En chauffant à une température de 1200 degrés environ du niobate de potasse avec un petit excès de carbonate de potasse dans un creuset de graphite, on obtient une masse saline fondue, au milieu de laquelle se détachent de très-beaux cubes noirs dont les angles ont été trouvés de 90 degrés. Traités par l'acide fluorhydrique, ces cubes ne se dissolvent pas, ce qui permet de les séparer de la matière qui les enveloppe. A cet état de pureté, le chlore attaque ces cristaux en donnant un petit résidu d'acide niobique et un mélange de chlorure et d'oxychlorure de niobium, peut-être celui qui a été découvert récemment par M. Delafontaine.

» Dans la préparation de ce corps, il faut avoir soin d'entourer le creuset de graphite d'un mélange de rutile et de charbon, lequel absorbe l'azote des gaz du foyer.

» 2° En effet, quand on calcine sans prendre cette précaution, le niobate de potasse, en portant la température aussi haut que possible, la matière du creuset de graphite réduisant la potasse et l'acide niobique, on obtient des cristaux prismatiques d'une magnifique couleur bronze foncé, qui sont sans doute l'azoto-carbure de niobium analogue aux cristaux de titane dont M. Wöhler a donné une si belle analyse. »

M. Clausius, en adressant à l'Académie la traduction française de sa « Théorie mécanique de la chaleur », joint à cet envoi la Note suivante :

« J'ai eu l'honneur, en 1864 et 1867, de faire hommage à l'Académie de deux volumes qui contiennent une collection de Mémoires que j'ai publiés sur la *Théorie mécanique de la chaleur*. Les Mémoires contenus dans la première partie avaient pour but d'établir la théorie et de l'appliquer aux divers modes d'action de la chaleur et à la machine à vapeur. Ils forment dans cette collection, qui est complétée par des notes et des additions, un ensemble qui peut être considéré comme un traité de la théorie mécanique de la chaleur.

» M. Folie, de Liége, géomètre habile, connu par ses beaux travaux sur le mouvement des corps solides, a bien voulu faire la traduction française de la première partie, qui vient de paraître chez M. E. Lacroix. Cette traduction est faite avec le plus grand soin et rend mes idées avec beaucoup de précision et de clarté. Comme l'Académie a compté et compte encore parmi ses illustres Membres plusieurs savants qui ont contribué d'une manière éminente aux grands progrès que nos connaissances sur la chaleur ont accomplis dans ces derniers temps et dont est résultée la nouvelle théorie, j'ose espérer que cette traduction ne sera pas dépourvue d'intérêt pour elle, et je prends la liberté de lui en faire hommage au nom du traducteur.

» J'ajouterai que M. Folie s'occupe actuellement de la traduction de la seconde partie, qui traite de l'application qu'on peut faire de la théorie exposée dans la première partie aux phénomènes électriques, ainsi que d'une hypothèse sur la nature de la chaleur, et que, vraisemblablement, cette traduction paraîtra bientôt. »

Sir D. Brewster fait hommage à l'Académie de deux brochures imprimées en anglais : l'une de ces brochures est relative à l'Éducation scientifique dans les Écoles de l'Écosse ; l'autre est le Discours qu'il a prononcé, comme Président de la Société Royale d'Édimbourg, à l'ouverture de la session de 1867-68.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

TÉRATOLOGIE. — *Note sur le mode de formation des monstres syméliens;* *par* **M. C. Dareste.**

(Commissaires : MM. Andral, Cloquet, Nélaton.)

« Le mode de formation des monstres syméliens, c'est-à-dire des monstres qui sont caractérisés par l'inversion et la fusion des membres postérieurs, est resté, jusqu'à présent, un problème sans solution.

» Meckel voyait, dans leur organisation, une preuve en faveur de la vieille idée de la monstruosité originelle.

» Is. Geoffroy Saint-Hilaire, en rappelant l'opinion de Meckel, ajoute : « Je ne puis partager l'opinion de l'illustre anatomiste allemand. J'ai cher- » ché, dans son important Mémoire, des preuves à l'appui de l'idée qu'il » soutient, et je n'ai trouvé qu'un argument qui me paraît d'une bien faible » valeur : c'est l'impossibilité de puiser une explication satisfaisante dans la » théorie de la formation accidentelle des monstruosités. Cette impossibi- » lité est très-réelle, je l'avoue; mais seulement relative à l'état présent de » la science. »

» M. Cruveilhier, ayant eu l'occasion de disséquer plusieurs monstres syméliens, a cherché à établir que l'on pourrait expliquer la formation de cette monstruosité, en admettant que, dans les premiers temps de la vie intra-utérine, les deux membres inférieurs, y compris le bassin, auraient été soumis à deux forces agissant simultanément ou successivement : 1° à une force qui aurait imprimé à chacun de ces membres un mouvement de rotation en sens opposé sur leur axe, de dedans en dehors et d'avant en arrière, de manière que leur face postérieure serait devenue supérieure, et réciproquement; 2° à une force qui, pressant ensuite fortement les membres l'un contre l'autre, aurait déterminé leur fusion. Ces deux faits, l'inversion et la fusion des deux membres postérieurs, pourraient être les effets d'une même cause, c'est-à-dire d'une compression latérale qui, en agissant à la fois sur le bassin et sur les grands trochanters, ferait exécuter à ces membres un mouvement de rotation, en même temps qu'elle les appliquerait fortement l'un contre l'autre.

» Mes études sur la production artificielle des monstruosités m'ont permis de voir comment les choses se passent. J'ai constaté que les pressentiments de M. Cruveilhier étaient exacts, mais que, pour en tirer une expli-

cation complète, il faut y adjoindre certains éléments nouveaux qu'il était impossible de prévoir, et que l'observation seule pouvait révéler.

» L'inversion et la fusion des membres postérieurs résultent bien évidemment d'une pression latérale. Mais quelle est la cause de cette pression? J'ai constaté qu'un semblable événement se produit toutes les fois que la partie postérieure de l'amnios, ou ce que les embryologistes appellent le *capuchon caudal*, a éprouvé un retard dans son développement, et qu'elle reste appliquée sur la partie postérieure du corps au lieu de s'en éloigner par l'interposition du liquide amniotique.

» Dans de semblables conditions, lorsque les membres postérieurs qui apparaissent, comme des bourgeons, sur les côtés de l'extrémité postérieure du corps, prennent leur accroissement, ils sont nécessairement renversés, et viennent alors s'appliquer l'un contre l'autre par leurs faces externes. Si leur accroissement continue plus rapidement que celui de la cavité amniotique, les deux membres se presseront l'un contre l'autre par leurs faces externes, et finiront par s'unir en formant une véritable greffe par approche.

» Ces faits, constatés par l'observation, font dépendre la symélie d'un arrêt de développement de la partie postérieure de l'amnios. Quant à ce dernier fait en lui-même, je n'ai pu jusqu'à présent en déterminer la cause. Je puis ajouter cependant que les anomalies de l'amnios sont très-fréquentes, que cet organe est très-souvent frappé d'arrêt de développement, soit d'une manière générale, soit d'une manière partielle, et que ces anomalies de l'amnios sont l'une des causes les plus ordinaires des anomalies de l'embryon lui-même. J'ai déjà montré, dans un travail précédent, que les arrêts de développement qui portent sur l'amnios tout entier déterminent un certain nombre de monstruosités simples, fort diverses, mais presque toujours associées (ectromélies, célosomies et exencéphalies). L'arrêt de développement du capuchon caudal détermine la symélie. J'espère pouvoir prouver bientôt que l'arrêt de développement du capuchon céphalique détermine la cyclopie.

» Du reste, ces arrêts de développement de l'amnios, généraux ou partiels, peuvent n'avoir qu'une durée limitée. Après être restées appliquées, d'une manière anormale, sur certaines parties du corps de l'embryon, qu'elles compriment et arrêtent dans son développement, les parois de l'amnios peuvent s'éloigner et sécréter, comme d'ordinaire, le liquide amniotique. Dans ce cas, le membre unique du monstre symélien, formé par la fusion des deux membres postérieurs, pourra se développer d'une ma-

nière complète et produire les deux types monstrueux qu'Is. Geoffroy Saint-Hilaire a décrits sous les noms de *symélie* et d'*uromélie*. Au contraire, le type de la *sirénomélie*, dans lequel ce membre unique reste toujours fort incomplet, s'explique par la continuité d'une pression qui s'oppose à son entier développement.

» Un autre point capital dans la formation de la symélie, c'est que les anomalies qui la caractérisent se produisent dans l'embryon antérieurement à l'apparition des éléments définitifs des tissus et des organes. On obtient ainsi très-facilement l'explication de faits qu'il serait autrement fort difficile de concevoir. En effet, on a peine à comprendre comment les membres, complétement formés avec leurs os, leurs muscles, leurs nerfs, leurs vaisseaux, pourraient se renverser, s'appliquer l'un contre l'autre, et même se résorber en partie pour constituer l'organisation si étrange du membre unique des monstres syméliens. Toutes ces difficultés tombent devant ce fait, que l'inversion et la fusion des membres précèdent la formation des organes définitifs qui apparaissent d'emblée avec tous les caractères qui les éloignent du type normal. Au reste, ce type n'est pas spécial à la symélie : j'ai signalé, il y a deux ans, l'existence d'une loi très-générale, en vertu de laquelle toutes les anomalies un peu graves de l'organisation se déterminent dans l'embryon pendant cette première époque de la vie embryonnaire, où il n'est encore constitué que par un blastême homogène.

» Il suffit donc d'un simple défaut de parallélisme entre le développement de la partie postérieure de l'amnios et celui de la partie postérieure du corps de l'embryon pour produire l'une des monstruosités les plus graves. Mes études ne m'ont pas encore appris le point de départ de ce défaut de parallélisme. »

SÉRICICULTURE. — *Observations de sériciculture faites en* 1867 *dans les départements du sud-est, de l'est et du nord-est de la France; par* **M. F.-E. GUÉRIN-MÉNEVILLE.** (Extrait.)

(Renvoi à la Commission de Sériciculture.)

« Comme l'année dernière, la gattine (ou pébrine) a été observée dans des chambrées de races japonaises, qui ont cependant donné de bonnes récoltes, et elle a souvent attaqué des éducations faites avec des graines qui, examinées au microscope, n'avaient montré aucune trace de corpuscules.

» Des faits nombreux ont montré encore que des graines qui ont donné

de bonnes récoltes dans certaines localités, en ont donné de plus ou moins mauvaises, et ont même complétement échoué dans d'autres (1).

» En définitive, et quoique l'on ne puisse montrer *la cause* de l'épizootie des vers à soie, comme un chimiste montrerait une substance nouvelle, on peut dire que les nombreux faits, bien observés par des hommes savants et des hommes pratiques, conduisent logiquement à reconnaître, ainsi que je crois l'avoir établi le premier depuis que j'étudie la maladie dans le cabinet, et surtout dans la grande pratique :

» 1° Que les saisons étant évidemment déréglées depuis longtemps, ainsi que l'a reconnu récemment, et avec tant de raison, M. le Maréchal Vaillant, à la Société impériale d'Agriculture (*Bulletin*, 1866, p. 597) (2), la santé des mûriers, comme celle des autres végétaux, a été assez gravement influencée pour que la composition intime de la nourriture des vers soit modifiée de façon à produire l'épizootie actuelle;

» 2° Que les désordres remarqués chez les vers à soie et surtout les corpuscules, considérés comme caractéristiques et causes de leurs maladies (3), ne sont que des résultats de cet état morbide, de véritables phénomènes consécutifs, et nullement la cause de ces maladies.

» Si l'état modifié de la nourriture des vers à soie, constaté par les analyses des chimistes, n'est pas la cause unique de l'épidémie, il est impossible que l'on n'admette pas que c'est au moins une des causes de la maladie de nutrition qui les fait périr. Il est alors facile de comprendre comment il se

---

(1) M. le Maréchal Vaillant a observé des faits semblables et en a entretenu la Société impériale d'Agriculture dans sa séance du 27 août 1867.

(2) La recrudescence de l'épizootie des vers à soie a coïncidé avec celle de la maladie des pommes de terre, de la vigne, etc.

(3) Dès 1849 (*Comptes rendus*, 3 novembre 1849), j'avais découvert ces corpuscules dans les liquides des vers à soie atteints des maladies qui se terminent par la décomposition putride, et chez ceux qui meurent en se durcissant (par la muscardine).

Le D[r] Chavannes, de Lausanne, savant très-consciencieux et très-habile éducateur de vers à soie, a rendu mon explication de la formation de ces corpuscules plus évidente que jamais, en les produisant à volonté. Il est parvenu à ce curieux et important résultat, en ajoutant à du sang de chenille sauvage (ou de ver à soie sain) un peu d'acide urique et hippurique. C'est cet acide qui se trouve en excès dans le sang des vers malades, ce qui est un premier phénomène consécutif. Celui-ci en amène un autre, l'arrêt du mouvement de reproduction des globules du sang, qui ne se renouvellent pas, parce que les corpuscules, qui proviennent de leurs nucleus, ne peuvent plus former, comme dans l'état de santé, les nouveaux globules qui entretiennent le mouvement vital, l'état physiologique, évidemment dérangé par une maladie de nutrition.

fait que des localités dans lesquelles les perturbations climatériques signalées plus haut ont été moins intenses, se trouvent dans des conditions plus ou moins favorables et donnent des récoltes plus ou moins saines.

» Que conclure de tout cela? C'est que la mesure adoptée par S. Exc. le Ministre de l'Agriculture, et qui consiste à encourager les petites éducations faites spécialement pour graine dans des localités peu ou point infectées, est le meilleur moyen pratique d'essayer de régénérer nos races françaises, et qu'il serait à désirer que les sériciculteurs, ne demandant pas toujours tout au Gouvernement, pussent former une vaste association pour développer cette excellente mesure. »

Sur la proposition de M. le Général **Morin**, M. Claude Bernard est adjoint à la Commission nommée dans la séance précédente pour examiner le Mémoire adressé par *M. Carret*, au sujet de l'influence qu'exerce, sur la santé, l'usage des poêles en fonte.

Cette Commission se compose ainsi de MM. Payen, Morin, Fremy, H. Sainte-Claire Deville, Bussy et Cl. Bernard.

M. Aubry adresse un Mémoire supplémentaire relatif à son « Système pour faire décrire aux trains de chemins de fer des courbes de petits rayons ».

(Commissaires : MM. Combes, Morin.)

M. Miergues adresse une nouvelle Note relative à sa pile à charbon, dans laquelle il supprime maintenant le vase de verre, en le remplaçant par un récipient de zinc amalgamé, au fond duquel il fixe un disque de caoutchouc.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Becquerel, Pouillet, Regnault.)

M. Mayeur adresse un travail ayant pour titre : « L'homme des champs, sa situation et ses besoins ».

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

M. Demeaux adresse une nouvelle Note relative aux affections diverses qui doivent être attribuées à la conception opérée pendant l'ivresse.

(Commissaires : MM. Cl. Bernard, Cloquet, Nélaton.)

M. **Guillon** adresse une Lettre relative à son travail sur la « Lithotritie généralisée ».

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux publics** adresse le tome LX de la Collection des Brevets d'invention pris sous le régime de la loi de 1844, et le n° 8 du Catalogue.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° La troisième édition d'un « Essai de Physiologie générale » par *M. J. Guérin;*

2° L' « Annuaire scientifique » publié par *M. Dehérain* (7e année, 1867).

M. **Coste** présente à l'Académie un ouvrage de *M. de la Blanchère* portant pour titre : « La Pêche et les Poissons. Nouveau Dictionnaire général des pêches », et indique en quelques mots le caractère de cet ouvrage.

M. **Poiseuille** écrit à l'Académie pour annoncer qu'il retire sa candidature à la place vacante dans la Section de Médecine et de Chirurgie.

Cette Lettre sera transmise à la Section de Médecine et de Chirurgie.

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur le caractère biquadratique du nombre 2.* Note de M. **Halphen**, présentée par M. Bertrand. (Extrait.)

« Dans la première partie du Mémoire intitulé : *Theoria residuorum biquadraticorum*, Gauss a donné un théorème relatif au caractère biquadratique du nombre 2 pour les modules premiers de la forme $4\mu+1$, considérés comme somme de deux carrés. Jacobi a démontré ensuite ce théorème d'une manière plus simple. La présente Note a pour objet d'étendre ce théorème aux modules non premiers décomposables en deux carrés premiers entre eux.

» Soit p un nombre premier $4\mu+1$; il est égal à la somme de deux carrés

$$p = a^2 + b^2.$$

On prendra pour a la racine carrée de a^2, qui est de la forme $4l+1$, a^2 étant le carré impair. D'ailleurs, si f désigne une des deux racines de $z^2 \equiv -1 \pmod{p}$, on a

$$a^2 f^2 \equiv b^2 \pmod{p}.$$

Ayant choisi la racine f arbitrairement, on prend pour b la racine de b^2 qui donne $af \equiv b \pmod{p}$. Cela posé, le théorème de Gauss est représenté par la congruence

$$2^{\frac{p-1}{4}} \equiv f^{\frac{b}{2}} \pmod{p}.$$

Je désignerai par $\left(\left(\frac{x}{p}\right)\right)$ la quantité $x^{\frac{p-1}{4}} \pmod{p}$. Mais je préciserai ce nombre de la manière suivante : Je poserai toujours $\left(\left(\frac{x}{p}\right)\right) = 1, f, f^2$ ou f^3, nombres à l'un desquels $x^{\frac{p-1}{4}}$ est toujours congru $(\text{mod.}\, p)$, x étant premier avec p. $\left(\left(\frac{x}{p}\right)\right)$ ne sera donc défini complétement que quand on aura fixé la racine f choisie de $z^2 \equiv -1 \pmod{p}$.

» Considérons un module P ne contenant que des facteurs premiers différents : $P = pp_1 p_2 \ldots p_n$, tous ces facteurs étant de la forme $4l+1$. Soit F une racine commune aux congruences

$$z^2 \equiv -1 \pmod{p}, \quad z^2 \equiv -1 \pmod{p_1}, \ldots, \quad z^2 \equiv -1 \pmod{p_n}.$$

» Considérons les valeurs des quantités $\left(\left(\frac{x}{p}\right)\right), \left(\left(\frac{x}{p_1}\right)\right), \ldots, \left(\left(\frac{x}{p_n}\right)\right)$, relatives à cette racine F, et désignons par $\left(\left(\frac{x}{P}\right)\right)$ le produit de ces quantités. C'est à cette dernière quantité que se rapportera le théorème qui fait l'objet de cette Note. On dira que x appartient à la première, à la deuxième, à la troisième ou à la quatrième classe, suivant que l'exposant de la puissance de F à laquelle $\left(\left(\frac{x}{P}\right)\right)$ est égale, est 0, 1, 2 ou 3 (mod. 4). On voit aisément que chaque classe contiendra $\frac{(p-1)(p_1-1)\ldots(p_n-1)}{4}$ nombres distincts, et que les $(p-1)(p_1-1)\ldots(p_n-1)$ nombres premiers avec P trouveront chacun leur place dans ces classes. Cette répartition varie avec le choix de F, et plus encore que dans le cas d'un module premier, cas dans lequel Gauss l'a adoptée. Néanmois, il est aisé de voir que tout nombre qui appartient à la première ou à la troisième classe appartiendra toujours à l'une de ces deux classes, et de même pour les deux autres classes. On

voit encore qu'il y a $\frac{(p-1)(p_1-1)\ldots(p_n-1)}{2^{n+2}}$ nombres qui appartiennent toujours à la première classe, et autant qui appartiennent toujours à la troisième. Parmi les premiers, sont compris les $\frac{(p-1)(p_1-1)\ldots(p_n-1)}{2^{2n+2}}$ résidus biquadratiques.

» Le nombre P est décomposable en deux carrés de 2^n manières différentes. Je vais démontrer qu'à chaque décomposition $P = A^2 + B^2$, correspond un couple de valeurs de F égales et de signe contraire telles, que l'on a $AF \equiv \pm B$ (mod. P), congruence que j'écrirai : $AF \equiv B$ (mod. P); cette seconde congruence est aussi générale que la première, à cause de l'indétermination du signe de B. A est toujours la racine carrée de la forme $4l+1$ du carré impair A^2.

» Admettons que le théorème soit vrai pour le module $P_1 = p_1 p_2 \ldots p_n$, et prouvons qu'il subsiste pour le module $P = pP_1$. Soit donc

$$P_1 = A_1^2 + B_1^2$$

et F_1 le nombre qui donne

$$A_1 F_1 \equiv B_1 \,(\text{mod. } P_1) \quad \text{et} \quad p = a^2 + b^2.$$

On déduira de là deux décompositions de P en deux carrés

$$P = (A_1 a + B_1 b)^2 + (A_1 b - B_1 a)^2,$$
$$P = (A_1 a - B_1 b)^2 + (A_1 b + B_1 a)^2.$$

Il suffit de considérer la seconde décomposition, qui contient la première lorsqu'on remplace b par $(-b)$. Ayant donc choisi une des valeurs de b, déterminons la racine f de $z^2 \equiv -1$ (mod. p) qui donne $af \equiv b$ (mod. p), a étant toujours de la forme $4l+1$.

» Posons

$$A = A_1 a - B_1 b, \quad B = A_1 b + B_1 a;$$

déterminons F par les congruences simultanées

$$F \equiv F_1 \,(\text{mod. } P_1), \quad F \equiv f \,(\text{mod. } p),$$

et l'on aura

$$AF \equiv A_1 af - B_1 bf \equiv A_1 b + B_1 a \equiv B \,(\text{mod. } p),$$
$$AF \equiv A_1 a F_1 - B_1 b F_1 \equiv A_1 b + B_1 a \equiv B \,(\text{mod. } P_1),$$

et, p et q étant premiers entre eux,

$$AF \equiv B \,(\text{mod. } P).$$

D'ailleurs, le théorème étant démontré pour le cas où P_1 est premier, il est démontré général.

» Ces préliminaires étant posés, on peut énoncer le théorème suivant :

» F *étant la racine de la congruence* $z^2 \equiv -1$ (mod. P) *qui sert de base à la répartition des classes, et* $P = A^2 + B^2$ *étant la décomposition de* P *en deux carrés qui correspond à* F, *le nombre* 2 *appartient à la première, la deuxième, la troisième ou la quatrième classe, suivant que* B *est congru à* 0, 1, 2 *ou* 3 (mod. 4). *Les racines carrées* A *et* B *de* A^2 *et de* B^2 *sont choisies de telle sorte que* A *soit de la forme* $4l+1$, *et qu'elles satisfassent à la congruence* $AF \equiv B$ (mod. P).

» Ce théorème peut s'exprimer algébriquement par la congruence

$$\left(\left(\frac{2}{P}\right)\right) \equiv F^{\frac{B}{2}} \pmod{P}.$$

D'après la définition de $\left(\left(\frac{x}{P}\right)\right)$, et le théorème de Gauss, on a

$$\left(\left(\frac{2}{P}\right)\right) \equiv F^{\frac{b}{2}+\frac{b_1}{2}+\ldots+\frac{b_n}{2}} \pmod{P}.$$

Il faut donc prouver simplement que l'on a

$$\frac{B}{2} \equiv \frac{b}{2} + \frac{b_1}{2} + \ldots + \frac{b_n}{2} \pmod{4}.$$

Si l'on considère, comme précédemment, P comme le produit de P_1 par p, on a

$$B = A_1 b + B_1 a,$$

et comme A_1 et a sont congrus à 1 (mod. 4), il en résulte

$$\frac{B}{2} \equiv \frac{B_1}{2} + \frac{b}{2} \pmod{4}.$$

De même, si l'on considère P_1 comme résultant du produit de p_1 par $P_2 = p_2 p_3 \ldots p_n$, on aura

$$\frac{B_1}{2} \equiv \frac{B_2}{2} + \frac{b_1}{2} \pmod{4},$$

et ainsi de suite. Si l'on additionne membre à membre toutes les congruences ainsi obtenues, on obtiendra celle qu'il fallait démontrer.

» Le théorème subsiste dans le cas où le module contient des facteurs premiers égaux entre eux, pourvu que l'on ne considère que des décompositions de ce module en deux carrés premiers entre eux; mais la démonstration, quoique fort simple, dépasserait les limites de cet extrait. »

PHYSIQUE. — *Recherches sur la dissociation* (suite). Note de **M. H. Debray**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« L'efflorescence est un cas particulier du phénomène de dissociation découvert par M. H. Sainte-Claire Deville.

» En effet, lorsqu'on mesure la tension de la vapeur d'eau émise par un sel hydraté dans un espace vide, on constate que cette tension varie avec la température, mais qu'elle est constante pour une température déterminée. Si, après avoir échauffé le sel, on le laisse revenir à une température inférieure, la tension de la vapeur diminue, parce que le sel effleuri absorbe rapidement une partie de l'eau dégagée, et reprend la valeur qu'elle avait acquise dans la période d'échauffement pour cette même température.

» Un sel hydraté a donc pour chaque température une *tension de dissociation* qui est mesurée par la force élastique de la vapeur d'eau qu'il émet à cette température.

» On s'explique maintenant avec facilité la condition d'efflorescence ou d'hydratation d'un sel effleuri placé dans une atmosphère illimitée. La pression de l'air n'ayant pas d'influence sensible sur la tension des vapeurs qui s'y forment, un sel s'effleurit lorsque la tension de sa vapeur est supérieure à celle de la vapeur d'eau existant dans l'atmosphère, à la température de l'expérience; au contraire un sel effleuri s'hydrate dans l'air si la force élastique de la vapeur contenue dans l'atmosphère est supérieure à celle qu'émet, à la même température, le sel effleuri.

» Les sels hydratés qui ne s'effleurissent point dans l'air doivent donc cette propriété à cette circonstance que la tension de la vapeur qu'ils émettent aux températures ordinaires est toujours inférieure à celle que possède habituellement la vapeur d'eau contenue dans l'air; ces mêmes sels s'effleurissent dès qu'ils sont placés dans une atmosphère où la force élastique de la vapeur d'eau est plus faible que celle de la vapeur qu'ils émettent à la température de l'expérience.

» Si l'on chauffe un sel hydraté, du sulfate de soude ordinaire ($NaO, SO^3 + 10HO$), par exemple, à la température de 33 degrés à laquelle il fond, on observe qu'il n'y a point de changement dans la tension de la vapeur d'eau pendant toute la durée de la fusion; il en est de même pour le carbonate de soude ordinaire ($NaO, CO^2 + 10HO$) à la température de 34°,5 et l'hyposulfite de soude contenant cinq équivalents d'eau vers 48 degrés.

» La fusion de ces sels hydratés ressemble donc à celle de la glace, qui s'o-

père sans variation dans la tension de vapeur comme l'a démontré autrefois Gay-Lussac. Ce rapprochement est tout naturel pour un sel comme l'hyposulfite, qui fond d'une manière complète vers 48 degrés en donnant un liquide capable de surfusion comme l'eau elle-même lorsqu'elle est refroidie dans des conditions convenables; mais, pour le sulfate de soude, le phénomène aurait pu être différent, car ce sel fournit, à 33 degrés et au-dessus, un liquide au fond duquel il se dépose toujours une certaine quantité de sulfate anhydre. Ce changement dans la constitution du sel, qui se manifeste lors de la fusion à 33 degrés, n'est donc pas accusé à cette température par une variation de force élastique.

» L'efflorescence des sels diffère par une particularité remarquable du phénomène de dissociation du carbonate de chaux que j'ai étudié dans ma première communication (1). Je rappellerai que cette matière, chauffée à une température suffisante, se décompose, mais que cette décomposition s'arrête lorsque l'acide carbonique dégagé a pris dans l'appareil une tension qui dépend seulement de la température de l'expérience et non de la quantité de carbonate de chaux décomposé. La tension de la vapeur émise par un sel efflorescent n'est pas, à une température donnée, absolument indépendante de la proportion d'eau qui reste dans le sel.

» Si l'on opère sur le phosphate de soude du commerce

$$(2NaO, HO, PhO^5 + 24HO)$$

qui perd par son exposition à l'air une grande partie de son eau d'ydratation, on constate que la tension du sel est d'abord indépendante de son état d'effleurissement. Ainsi un sel contenant toute son eau (62,8 pour 100) et un sel effleuri qui n'en contenait plus que 53 à 54 pour 100 ont donné exactement la même tension de vapeurs. Mais si l'on descend au-dessous de 50 pour 100, ce qui correspond sensiblement à l'hydrate

$$(2NaO, HO, PhO^5 + 14HO)$$

que l'on obtient en faisant cristalliser le sel au-dessus de 31 degrés, la tension de la vapeur d'eau est beaucoup moindre. J'ai pu le constater avec un sel contenant 49,5 pour 100 d'eau, que je comparais dans les mêmes conditions de température aux deux précédents.

» Le phosphate de soude ordinaire se comporte donc, dans la première phase de sa décomposition, comme une combinaison d'eau et de phosphate à 14 équivalents d'eau d'hydratation. Cette combinaison se dissocie de la

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, séance du 18 mars 1867.

même manière que le carbonate de chaux, c'est-à-dire en émettant de la vapeur d'eau de tension constante à une température donnée, quelle que soit d'ailleurs la proportion d'eau et de phosphate à 14 équivalents d'eau existant dans le sel effleuri. Cette première phase terminée, le sel à 14 équivalents d'eau se dissocie à son tour, mais avec une tension moindre.

» La différence existant entre la décomposition des sels hydratés et celle du carbonate de chaux tient donc à ce qu'il n'existe pas de combinaisons intermédiaires entre la chaux et le carbonate de chaux, comme il en existe entre le sel anhydre et le composé le plus hydraté. On voit aussi qu'une étude approfondie de la tension de vapeurs des sels hydratés permettrait de reconnaître les divers hydrates qu'un même sel est susceptible de fournir.

» J'ai dit en commençant cette Note qu'un sel hydraté, chauffé à une température t, prenait toujours une tension f, correspondante à la température; il y a une restriction toute naturelle à cette règle. Supposons, par exemple, qu'on chauffe d'abord du sulfate de soude à plus de 33 degrés, et qu'on ramène ensuite le sel à 15 degrés, la tension observée à cette température sera alors bien plus forte que pour le sel fondu. C'est qu'en effet le sel à 10 équivalents d'eau est remplacé, au moins pendant quelque temps, par du sulfate anhydre ou à un degré moindre d'hydratation que le sel ordinaire, qui s'est déposé au fond d'une dissolution nécessairement plus riche en eau que le sel ordinaire. Il est naturel que cette dissolution ait, à une température donnée, une tension supérieure à celle du sel ordinaire à la même température. La température à 33 degrés ferait seule exception, comme je l'ai dit plus haut.

» Je ne puis indiquer ici, faute d'espace, ni les appareils qui m'ont servi dans mes recherches, ni les valeurs numériques des tensions de vapeur des divers sels sur lesquels j'ai opéré. Je me bornerai seulement à transcrire celles qui sont relatives au phosphate de soude.

	Phosphate de soude contenant de 14 à 24 HO.		Phosphate contenant un peu moins de 14 HO.	
Températures.	f	$\frac{f}{F}$	f	$\frac{f}{F}$
°	mm		mm	
12,3	7,4	0,694	4,8	0,452
16,3	9,9	0,717	6,9	0,500
20,7	14,1	0,776	9,4	0,517
24,9	18,2	0,777	12,9	0,551
31,5	30,2	0,819	21,3	0,618
36,4 (le sel est fondu)	39,5	0,877	30,5	0,678
40,0	50,0	0,901	41,2	0,750

» Dans ce tableau j'ai placé, à côté de la tension de la vapeur d'eau émise par le sel, évaluée en millimètres, le rapport $\frac{f}{F}$ de cette tension à la tension maximum de la vapeur d'eau à la même température. Ce rapport mesure l'état hygrométrique d'un espace limité dans lequel s'effleurit une quantité suffisante de sel à la température correspondante à f. On voit pour les deux phosphates que cet état hygrométrique croît d'une manière régulière avec la température. C'est un fait qui paraît général pour les sels hydratés, du moins au-dessus de 12 à 15 degrés, et il est facile de le vérifier avec un hygromètre à cheveu que l'on place, avec le sel à étudier, dans une grande éprouvette fermée par un obturateur; on constate que ses indications suivent régulièrement la marche de la température à laquelle on maintient successivement l'appareil. »

ÉLECTRICITÉ. — *Note relative à une réclamation de* M. Wartmann *à propos du rétablissement spontané de l'arc voltaïque après une extinction d'une courte durée; par* **M. F.-P. Le Roux.**

« Dans une première Note présentée à l'Académie, le 30 décembre dernier, j'ai exposé le fait du rétablissement de l'arc voltaïque après une extinction d'une courte durée, et j'ai cherché à analyser les circonstances de ce phénomène pour en donner l'explication la plus plausible. Dans une seconde Note présentée le 6 janvier, j'ai annoncé que, conformément à mes prévisions, il était possible d'utiliser ce fait pour obtenir la division de la lumière électrique en lançant le courant alternativement dans plusieurs appareils.

» M. Wartmann, de Genève, a adressé à l'Académie une réclamation de priorité relative à l'observation du fait principal. Si j'eusse connu l'observation de M. Wartmann, je n'eusse pas manqué de la citer, tant pour rendre à chacun ce qui lui est dû que pour faire ressortir la différence qui existe entre les explications proposées par chacun de nous. C'est ce que je demande à l'Académie la permission de faire aujourd'hui, en même temps que de préciser la portée de la réclamation de M. Wartmann, dont les termes assez vagues ont pu faire croire à plus d'une personne que ce physicien aurait opéré avant moi la division de la lumière électrique par la méthode que j'ai décrite.

» Dans ses recherches sur l'éclairage électrique, M. Wartmann plaçait plusieurs appareils régulateurs dans le même circuit les uns à la suite des

autres; pour prévenir l'objection que l'extinction d'un seul de ces régulateurs amènerait celle de tous les autres, M. Wartmann dit : « Mais j'ai » constaté qu'il est possible de suspendre la circulation de l'électricité » pendant $\frac{1}{20}$ de seconde *sans que l'arc s'évanouisse* (1). »

» Voilà tout ce qui, à ma connaissance, a été publié par M. Wartmann sur ce sujet : ainsi qu'on peut le voir, il n'est pas question de la division de la lumière électrique par le moyen que j'ai indiqué. Quant au fond de la question, il faut remarquer combien nous différons, M. Wartmann et moi : il dit qu'*on peut suspendre le courant sans que l'arc s'évanouisse*, tandis que j'ai dit qu'il y avait *cessation*, *puis rétablissement spontané de l'arc*. Le physicien genevois pense qu'il reste pendant un certain temps après l'interruption du courant des particules solides intercalées entre les deux pôles, tandis que c'est par la conductibilité des gaz échauffés que j'explique le rétablissement de l'arc.

» Maintenant que l'attention est attirée sur cette question, on ne manquera sans doute pas de reconnaître que plus d'une personne aura eu l'occasion de l'entrevoir. C'est ainsi qu'en faisant des recherches relatives à la réclamation de M. Wartmann, j'ai remarqué ces quelques lignes de M. de la Rive : « Si l'on place deux tiges de fer doux servant d'électrodes chacune dans une bobine formée d'un gros fil de cuivre, l'arc voltaïque qui a lieu entre les deux pointes cesse au moment où l'on aimante les tiges de fer en faisant passer un fort courant dans les bobines, et il *recommence* si l'on a soin d'interrompre ce courant avant que les pointes se soient refroidies (2). » Il est bien évident que M. de la Rive s'est trouvé, avant M. Wartmann et moi, sur la trace du phénomène, et que s'il avait pensé à abstraire certaines circonstances de l'expérience que je viens de rapporter et à remplacer les tiges de fer par des tiges de charbon, il eût pu dès lors arriver à signaler comme un fait général le rétablissement spontané de l'arc voltaïque après une extinction d'une courte durée. »

---

(1) *Bibliothèque universelle de Genève, Archives des Sciences physiques et naturelles*, t. 36, p. 325 ; année 1857.

(2) De la Rive, *Traité d'électricité*, t. II, p. 238 ; Paris, 1856.

OPTIQUE MINÉRALOGIQUE. — *Sur la forme clinorhombique à laquelle on doit rapporter l'harmotome et la Wöhlérite, d'après de nouvelles recherches sur la dispersion de leurs axes optiques.* Mémoire de **M. Des Cloizeaux**, présenté par M. Fizeau. (Extrait par l'auteur.)

« On connaît maintenant un assez grand nombre de substances naturelles ou artificielles dont la forme cristalline n'a pu être déterminée exactement que par l'examen de leurs propriétés optiques biréfringentes. L'harmotome et la Wöhlérite nous fournissent deux nouveaux exemples, qui prouvent d'autant mieux la nécessité de cet examen que les cristaux de ces deux minéraux paraissent réellement dériver d'un prisme rhomboïdal droit, aussi bien par l'apparente symétrie de leurs formes extérieures que par l'orientation du plan où sont situés leurs axes optiques. Les dispersions de divers genres que ces axes sont susceptibles de présenter sont si faibles et si difficilement appréciables, par suite du peu de transparence des cristaux de Wöhlérite et de la structure complexe des cristaux d'harmotome, que leur observation avait été trop incomplète jusqu'à ces derniers temps pour permettre d'en rien conclure sur le système cristallin qu'elles peuvent servir à caractériser.

» M. Axel Gadolin ayant fait remarquer, dans un Mémoire *sur la déduction d'un seul principe de tous les systèmes cristallographiques* (*), que l'harmotome pourrait bien appartenir au type clinorhombique, j'ai été conduit à chercher une vérification expérimentale de cette idée théorique par l'étude attentive des phénomènes de dispersion.

» D'après les résultats que j'ai obtenus, d'abord sur l'harmotome et ensuite sur la Wöhlérite, j'ai dû changer le système cristallin auquel on rapportait généralement ces deux minéraux, et que j'avais moi-même adopté dans mon *Manuel de Minéralogie*.

» *Harmotome.* — Après avoir montré, dès 1858, que tous les cristaux d'harmotome sans exception étaient maclés, j'avais proposé de les faire dériver d'un prisme rhomboïdal droit de 120° 47′, ayant ses axes optiques compris dans le plan des petites diagonales de ses bases; il fallait alors admettre que leurs formes offraient une sorte d'hémimorphie qui laissait subsister une seule moitié de l'octaèdre rhomboïdal fondamental, composée de quatre faces parallèles deux à deux et situées dans une même zone. J'avais aussi annoncé que la dispersion *propre* des axes optiques était à peu près nulle, et, grâce aux macles intérieures et à la transparence imparfaite

(*) *Mémoires de la Société des Sciences de Finlande*, année 1867.

de mes premières plaques, je n'avais reconnu aucune des dispersions caractéristiques des cristaux clinorhombiques. Mais, ayant soumis récemment au microscope polarisant des lames de *morvénite* d'Écosse, bien transparentes et normales à la bissectrice de l'angle aigu des axes optiques, j'ai pu y constater, dans l'air et dans l'huile, une dispersion *tournante* assez notable. Les cristaux d'harmotome doivent donc être rapportés à un prisme rhomboïdal oblique qui n'offre plus les formes hémimorphes dont M. Gadolin conteste la possibilité dans son Mémoire. En désignant par m les faces latérales de la forme primitive, par p sa base, par h^1 le plan qui passe par les diagonales horizontales des deux bases et par g^1 le plan de symétrie, on a :

$$mm = 120^\circ 1', \qquad ph^1 = 124^\circ 50',$$
$$pm = 119^\circ 39', \qquad h^1 {}_1 y = 110^\circ 20', \text{ dans les macles.}$$
$$b : h :: 1000 : 1007,00 \quad D = 818,02 \quad d = 575,19.$$

» Il existe un clivage facile et assez net suivant g^1, et un clivage moins facile suivant p.

» Le plan des axes optiques et leur bissectrice *aiguë* positive sont perpendiculaires au plan de symétrie. Par suite des macles, ce plan porte des stries croisées appartenant à quatre systèmes parallèles deux à deux et se rencontrant vers le centre sous forme de losange; il est donc toujours facile à reconnaître.

» Le plan des axes correspondant aux rayons rouges et le plan des axes correspondant aux rayons bleus font des angles d'environ :

Rayons rouges.	Rayons bleus.	
25°42′	25°5′	avec une normale à p,
29°28′	30°5′	avec une normale à h^1.

» Il y a donc un écart d'environ 0°37′ entre ces deux plans, ce qui explique la légère dispersion *tournante* dont j'ai parlé plus haut.

» Des plaques, à axes assez rapprochés pour montrer dans l'air plus de la moitié de l'anneau central de chaque système, ont été placées dans l'étuve de mon microscope, de manière à présenter leurs axes optiques dans un plan horizontal. En les chauffant, on a vu que la barre transversale d'un des systèmes d'anneaux s'élevait au-dessus de ce plan, tandis que la barre de l'autre système s'abaissait de la même quantité. Le phénomène que j'avais signalé (1) comme une sorte d'anomalie n'est donc autre chose

(1) Nouvelles recherches sur les propriétés optiques des cristaux naturels ou artificiels, insérées dans les *Mémoires présentés par divers savants à l'Institut impérial de France*, t. XVIII, année 1867.

qu'une rotation du plan des axes produite par une élévation de température, et semblable à celle que j'ai pu mesurer dans le borax; seulement, d'après des expériences variées, les cristaux d'harmotome offrent, entre le moment où se produit le déplacement du plan de leurs axes et celui où la température change, un retard considérable dû à des causes probablement assez complexes, encore à chercher, et qui n'a été observé jusqu'à ce jour dans aucune autre substance.

» *Wöhlérite.* — Dans mon *Manuel de Minéralogie*, j'ai décrit les cristaux de Wöhlérite comme pouvant se dériver d'un prisme rhomboïdal droit très-voisin de 90 degrés, où le plan des petites diagonales des bases contenait les axes optiques; ce prisme paraissait offrir un certain nombre de formes homoèdres, associées à des formes hémimorphes analogues à celles que j'avais admises dans l'harmotome.

» Les cristaux isolés de Wöhlérite étant fort rares à l'époque de la publication de mon Manuel, je n'avais pu les soumettre qu'à un petit nombre d'observations optiques. A la suite de mon nouvel examen des cristaux d'harmotome, j'ai repris celui de la Wöhlérite, dont plusieurs échantillons m'ont été envoyés par M. Nordenskiöld. Ces cristaux sont peu transparents, même en lames très-minces, et leurs axes optiques sont trop écartés pour être aperçus dans l'air. Malgré ces conditions défavorables, je suis parvenu à observer dans l'huile une très-faible dispersion *horizontale* sur les lames normales à la bissectrice *aiguë*, et une dispersion *tournante* un peu plus marquée sur les lames normales à la bissectrice *obtuse*. Les cristaux de Wöhlérite ont donc bien pour forme primitive un prisme rhomboïdal oblique, dont le plan de symétrie est perpendiculaire au plan des axes optiques, quoique des faces presque identiques par leurs incidences, placées en avant et en arrière de l'axe cristallographique vertical, leur donnent tout à fait une apparence rhombique.

» La bissectrice de l'angle aigu que les axes optiques font entre eux est *négative* et normale à la diagonale horizontale de la base. Il existe un clivage facile suivant le plan de symétrie et des clivages difficiles suivant les faces latérales m et suivant le plan h^1. La forme primitive est déterminée par les données suivantes :

$$mm = 90^\circ 14', \quad o^1 h^1 = 136^\circ 42',$$
$$pm = 103^\circ 31', \quad ph^1 = 109^\circ 15',$$
$$b : h :: 1000 : 487{,}8112 \quad D = 687{,}8636 \quad d = 725{,}7450.$$

» Le plan des axes *moyens* est sensiblement parallèle à o^1. L'angle entre

le plan des axes *rouges* et le plan des axes *bleus* est trop petit pour avoir pu être déterminé directement. L'écartement des axes optiques varie avec les échantillons et même avec les plages d'un même échantillon.

» Des lames prises normalement aux deux bissectrices sur deux cristaux différents m'ont en effet donné, pour l'angle apparent dans l'huile et pour l'angle réel des axes :

Premier cristal.

$2H_a = 85°41'$, $2H_o = 139°\ 3'$, d'où $2V = 71°56'$, $\beta = 1,69$ ray. rouges.
$2H_a = 86°12'$, $2H_o = 138°32'$, d'où $2V = 72°18'$, $\beta = 1,71$ ray. bleus.

Deuxième cristal.

$2H_a = 86°24'$, $2H_o = 144°24'$, d'où $2V = 71°26'$, $\beta = 1,72$ ray. rouges.
$2H_a = 87°30'$, $2H_o = 144°\ 8'$, d'où $2V = 72°\ 1'$, $\beta = 1,74$ ray. bleus.

Sur les premières lames citées dans mon Manuel, j'avais trouvé :

$$2V = 76°10' \text{ ray. rouges}, \quad 77°2' \text{ ray. bleus.}$$

» La dispersion *propre* des axes optiques, faible dans l'huile et à l'intérieur des cristaux, avec $\rho < \nu$, est au contraire très-forte dans l'air; car, sur le premier cristal, les axes *rouges* ont un écartement apparent dans l'air de 170° 53', tandis que les axes *bleus* éprouvent la réflexion totale. »

PHYSIOLOGIE. — *Phénomènes intimes de la contraction musculaire.* Note de **M. Marey**, présentée par M. Claude Bernard.

« Dans une suite de Mémoires que l'Académie a couronnés l'année dernière, je crois avoir établi que la contraction d'un muscle est un phénomène complexe vibratoire pour ainsi dire, et qu'elle se compose d'une série de secousses, semblables chacune au mouvement que l'on provoquerait en faisant agir une excitation électrique sur un nerf moteur. Des graphiques annexés aux *Comptes rendus* (t. LXII, p. 1175) montrent que, sous l'influence d'une série d'excitations électriques de plus en plus fréquentes, les secousses musculaires successives s'ajoutent partiellement les unes aux autres, s'affaiblissent peu à peu et finissent par s'éteindre, fusionnées dans l'état d'immobilité apparente du muscle tétanisé.

» Mais à l'époque où je publiais ces premiers résultats, je n'avais pas d'idée bien arrêtée sur le mécanisme intime de l'acte musculaire, sur la cause immédiate de la production du tétanos, dont je signalais seulement la

manifestation extérieure, c'est-à-dire le raccourcissement saccadé, puis uniforme, du muscle.

» Cette cause prochaine de raccourcissement du muscle, c'est la production de l'*onde musculaire* que je vais décrire.

» Depuis longtemps l'attention des observateurs a été attirée sur ces petits mouvements fibrillaires qu'on voit se passer sur un muscle récemment détaché d'un animal vivant. Haller, Baglivi, Dumas, Ficinus reconnurent que des ondes se forment sur les fibres musculaires et voyagent suivant la longueur de ces fibres. Mais ces auteurs, qui s'accordent pour admettre l'existence des ondes, sont en désaccord quand il s'agit de déterminer le sens dans lequel elles se meuvent, tant il est difficile de saisir à l'œil nu ces mouvements rapides et fugitifs.

» C'est en examinant au microscope les muscles des insectes vivants qu'on saisit le mieux la formation et le transport de l'onde musculaire. Sur les pattes de jeunes araignées, Aeby vit se former cette onde, au point où le nerf moteur s'applique sur la fibre d'un muscle. L'onde consiste en un tassement des disques de Bowman, qui renfle la fibre en diminuant sa longueur. Aeby vit qu'après s'être formée l'onde se partage en deux autres qui cheminent chacune rapidement vers les extrémités de la fibre.

» Enfin il reconnut que, si l'on applique l'excitation électrique sur un point d'un muscle, on y provoque un gonflement local de la substance musculaire par la formation d'ondes au niveau du point excité, et que ce gonflement chemine dans les autres parties du muscle avec une vitesse d'environ 1 mètre par seconde.

» Les faits signalés par Aeby, et dont j'ai pu vérifier la parfaite exactitude, expliquent le mécanisme de ce raccourcissement subit d'un muscle auquel on applique une excitation électrique, raccourcissement brusque et de courte durée que j'ai appelé *secousse musculaire*.

» Mais si j'ai réussi à prouver que la contraction est formée d'une série de secousses musculaires fusionnées entre elles, il faut admettre qu'une série d'ondes peut se former sur chaque fibre d'un muscle, cheminant les unes à la suite des autres vers les deux extrémités de cette fibre. Il faut en outre expliquer comment tous ces petits mouvements successifs s'ajoutent les uns aux autres, et disparaissent dans le raccourcissement permanent du muscle qui reste immobile dans sa contraction.

» Le premier point est facile à démontrer par la myographie, qui fait voir qu'un muscle excité à l'une de ses extrémités peut être le siége d'une série

d'ondes coexistantes, qui se suivent les unes les autres en se pressant vers l'autre extrémité du muscle.

» Le second point, c'est-à-dire la fusion des secousses que chaque onde provoque s'explique par des considérations tirées de la nature de l'élasticité musculaire sur lesquelles je vais avoir à insister.

» Les muscles sont élastiques; leur extensibilité est même assez grande à l'état de repos; mais cette extensibilité s'accroît encore lorsque le muscle est mis en état de raccourcissement par des excitations électriques. Il ne s'ensuit pas, comme le croyait Weber, qu'un muscle suspendu par l'une de ses extrémités et chargé à l'autre d'un poids puisse devenir réellement plus long s'il est excité que s'il est au repos. Mes expériences sur ce point m'ont fait voir que le muscle s'allongera davantage par rapport à sa longueur actuelle, si on le charge d'un poids après l'avoir mis en raccourcissement tétanique; mais il restera toutefois plus court que s'il était au repos sous la même charge.

» Ainsi défini, l'accroissement de l'extensibilité d'un muscle par le tétanos n'a plus rien de paradoxal; il s'explique au contraire très-bien par ce que nous savons du mécanisme du raccourcissement musculaire. En effet, puisque le raccourcissement d'un muscle est produit par des ondes qui se forment sur chacune de ses fibres, lorsqu'il y aura beaucoup d'ondes semblables dans ce muscle, il suffira, pour l'allonger, de déplisser pour ainsi dire ces ondes et de ramener les fibres à leur forme cylindrique ou de repos. Les fibres cylindriques au repos ont au contraire besoin, pour s'allonger, d'une traction assez forte pour changer l'état moléculaire de leur tissu. Du reste, ce point de théorie n'est pas indispensable, puisqu'on peut démontrer expérimentalement ce fait qu'un muscle, en se contractant, devient plus extensible. Ce fait va nous expliquer comment des ondes successives éteignent de plus en plus les secousses qu'elles provoquent, jusqu'à ce que soit atteinte l'immobilité du muscle en tétanos absolu.

» Prenons le cas *d'une premiere onde* qui se forme sur une fibre musculaire. Aussitôt que l'onde est produite, c'est-à-dire au bout de quelques centièmes de seconde, la force qui tend à découvrir le muscle est engendrée, elle restera invariable pendant tout le parcours de l'onde et jusqu'à sa disparition.

» Cette force instantanée se décomposera de la manière suivante : une partie agira directement sur le point d'attache mobile du muscle et déplacera quelque peu le fardeau à mouvoir, mais l'autre partie sera employée à

tendre la fibre elle-même et à lui donner une force élastique qui sera restituée plus tard sous forme de traction plus lente.

» Si une *deuxième* se produit pendant que la première chemine, et rend par sa présence la fibre plus extensible, cette nouvelle force se décomposera comme la première, mais cette fois l'effet direct et instantané sera plus faible que tout à l'heure, parce que l'extensibilité plus grande de la fibre aura absorbé une plus grande partie de la force développée.

» Pour une troisième onde, la force directe sera encore plus atténuée; elle le sera encore plus pour une quatrième et ainsi de suite, de sorte que la force directe de toute onde nouvelle s'éteindra d'autant mieux qu'il existera sur la fibre un plus grand nombre d'ondes déjà formées. Pour que cette consistance de l'onde puisse se produire, il faut que les excitations se suivent de très-près, de sorte que la première onde n'ait pas encore disparu quand la vingtième ou la trentième se forme. Voilà pourquoi l'immobilité du muscle en tétanos ou en contraction volontaire nécessite un grand nombre de secousses par secondes; vingt-sept au moins sont nécessaires sur mes muscles.

» Telle me semble être la théorie de la fusion des secousses et de la contraction permanente. C'est la transformation d'une série de forces instantanées et successives en une force élastique continue et uniforme. J'exposerai dans une prochaine Note comment cette transformation du mouvement par l'élasticité du muscle est favorable à la production du travail mécanique. »

GÉOLOGIE. — *Faits pour servir à l'histoire éruptive du Vésuve, par* **M. L. Palmieri.** (Extrait d'une Lettre à M. Ch. Sainte-Claire Deville.)

« Naples, 20 janvier 1868.

» Depuis ma dernière Lettre (1), l'éruption du Vésuve s'est continuée avec des phases peu marquées d'accroissement et de décroissement : actuellement il semble qu'elle veuille s'arrêter, car le nouveau cône se montre beaucoup moins actif et commence à se recouvrir de sublimations. Les laves sortent peu abondantes, et les deux instruments qui indiquent, avec une grande précision, les phases de l'éruption, le sismographe électromagnétique et l'appareil de variation de Lamont, sont moins agités.

» Les coulées de lave sont descendues par le grand cône du Vésuve en

(1) Voir *Comptes rendus*, séance du 25 novembre 1867.

diverses directions, de sorte que, du flanc oriental au flanc occidental, en passant par le nord, le cône est sillonné d'environ vingt courants de lave. Les plus considérables et ceux qui ont coulé le plus longtemps sont, sur le flanc oriental, ceux qui ont atteint les *cognoli di Ottajano*, et sur le flanc occidental, ceux qui sont passés derrière le monticule resté à la base du cône de 1858 : ces derniers se sont divisés en deux branches, dont l'une, suivant les *canteroni*, s'est étendue presque jusqu'au pied de l'Observatoire, et dont l'autre, se dirigeant vers la Favorite et Torre del Greco, coule encore sur les laves de 1822.

» Toutes ces laves sont du genre de celles qui se recouvrent immédiatement de nombreuses scories incohérentes, et que les guides appellent ferrugineuses (*ferrugine*) : elles contiennent de petits amphigènes et presque point de pyroxène.

» J'ai examiné à plusieurs reprises les vapeurs que ces laves rejettent en abondance, et elles n'ont présenté ni réaction acide, ni réaction alcaline. Mais les nombreuses fumerolles répandues sur leur surface ont donné depuis quelques jours de l'acide chlorhydrique et de l'acide sulfureux. Je n'ai point encore remarqué l'hydrogène sulfuré.

» Les sublimations, au début, étaient presque exclusivement de sel marin et de cuivre oxydé (*ténorite*); mais, depuis, les parties les moins chaudes des fumerolles se sont colorées en vert par le chlorure de cuivre. Le chlorure de fer cette fois ne s'est pas montré; mais, en revanche, le chlorure de cuivre est presque toujours accompagné de chlorure de plomb (*cotunnite*).

» L'air de ces fumerolles est très-pauvre en oxygène, dont la proportion n'atteint parfois que 13 pour 100. Cet oxygène n'aurait-il pas été employé à la formation de l'oxyde de cuivre?

» Bien qu'il soit aujourd'hui démontré que le sel ammoniac se produit, non-seulement dans les lieux bas, où les laves s'étendent sur les terres cultivées, mais aussi sur la cime du Vésuve, néanmoins on doit remarquer que, partout où elles brûlent les arbres, le sel ammoniac est plus abondant sur les fumerolles. En effet, toutes les fumerolles de la lave qui, en passant au-dessous des *canteroni*, a brûlé les plantes qui recouvraient cette colline, ont déjà donné le sel ammoniac, que je n'ai point encore trouvé sur les autres fumerolles.

» Il me reste encore beaucoup à faire, et lorsque j'aurai terminé, je vous écrirai sans doute de nouveau. J'ajoute seulement que, jusqu'à ce moment, il ne s'est encore manifesté aucune mofette. »

M. **Ch. Sainte-Claire Deville** présente, au sujet de cette Lettre, les réflexions suivantes :

« Les personnes qui veulent bien suivre et encourager les efforts que je fais, depuis treize ans bientôt, pour introduire l'idée d'ordre et de succession dans ce chaos apparent des émanations volcaniques remarqueront sans doute avec moi combien les observations si nettement présentées de M. le professeur Palmieri viennent à l'appui de ces considérations.

» On voit, en effet, *au début de l'éruption*, des émanations *neutres* entraînant un *air très-appauvri en oxygène* et déposant presque exclusivement des chlorures alcalins, recouverts bientôt d'une légère couche de cuivre chloruré ou oxydé. C'est la première phase, ou celle des *fumerolles sèches*.

» Puis, *quelques jours après* et dans les *parties les plus refroidies* se manifestent les acides chlorhydrique et sulfureux, certainement accompagnés de vapeurs d'eau. Et le carbonate d'ammoniaque, qui semble bien, en effet, avoir deux origines différentes, s'y transforme naturellement en chlorhydrate. C'est la seconde phase, ou celle des *émanations chlorhydrosulfureuses*.

» Mais, en général, l'acide sulfhydrique ne s'est pas encore montré, ni l'acide carbonique ou l'hydrogène carboné des mofettes.

» Cela signifie qu'au moment où écrivait l'auteur de la Lettre, l'ensemble des laves n'avait pas encore atteint la troisième phase des *émanations sulfurées*, moins encore celle des *émanations carburées*.

» L'ordre de succession qui se reproduit ici est donc le même que celui que j'avais observé au Vésuve en 1855 et 1861, et que M. Fouqué a retrouvé à l'Etna, en 1865. »

M. **Pfeiffer** adresse, de San-Francisco, une Note relative à un « Procédé pour obtenir le relief stéréoscopique ».

M. **Grimaud**, de Caux, adresse à l'Académie une Lettre destinée à exposer les droits qu'il pense avoir à une partie du prix Bréant. A l'appui de sa réclamation, l'auteur présente les considérations suivantes :

« Lorsqu'en 1832 le choléra fit son apparition en Europe, on ne voulut pas croire à sa transportation et à sa transmission.

» En 1865, quand la maladie envahit la ville de Marseille, la population, accablée, fit entendre un gémissement qui retentit jusqu'à Paris. Il fut répondu à M. le Sénateur de Maupas, alors chargé de l'administration du

département des Bouches-du-Rhône, que les craintes de la population *étaient réprouvées par la science*, et qu'*aucun fait récent* ne les justifiait.

» Dans ces circonstances, je posai devant l'Académie la question des quarantaines (21 août 1855), et je me rendis au milieu du foyer de l'épidémie. La mortalité allait toujours croissant : un tiers et plus de la population (103000 habitants) avait émigré; il y avait 1 mort sur 2000 habitants, tandis qu'en temps ordinaire on en compte seulement 1 sur 10000.

» Mes recherches avaient un but unique : remonter à l'origine de l'épidémie. Je recueillis des faits probants et authentiques : je les rendis immédiatement de notoriété publique. Je démontrai que la maladie avait été portée par des pèlerins arabes venus directement de la Mecque à Marseille. J'en écrivis de Marseille même à l'Académie, et, l'Académie convaincue (1) aussi bien que le Gouvernement, un décret impérial fut rendu, après mûres réflexions, pour modifier le régime sanitaire dans le sens de la solution que j'avais donnée du problème nettement posé dans ma Note du 21 août.

» L'Académie m'honora alors du témoignage le plus glorieux qu'un homme puisse ambitionner.

» Qu'il me soit permis aujourd'hui de lui soumettre les considérations suivantes.

» La solution complète du problème relatif au choléra renferme trois questions fondamentales : 1° quelle est la cause du choléra? 2° quel est son remède spécifique? 3° le choléra est-il transmissible? Celui qui résoudrait ces trois questions aurait un droit incontestable à la totalité du prix Bréant.

» Je crois avoir résolu la troisième...... »

M. **Dubois** adresse un travail qui a pour titre : « Note sur le rapport qui existe entre les rayons équatorial et polaire de notre atmosphère : conséquence que l'on en déduit sur la hauteur de l'atmosphère aux pôles ».

A 5 heures et demie, l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 6 heures. E. D. B.

---

(1) Il existe une Lettre de M. le Maire de Marseille pour remercier M. Chevreul du langage qu'il a fait entendre à cette occasion à l'Académie. L'illustre Académicien l'a mentionnée lui-même dans les *Comptes rendus*.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 FÉVRIER 1868.

PRÉSIDENCE DE M. DELAUNAY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Ministre de l'Instruction publique transmet une ampliation du Décret impérial qui approuve l'élection de *M. Dumas* à la place de Secrétaire perpétuel pour les Sciences Physiques, devenue vacante par suite du décès de *M. Flourens*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, **M. Dumas** prend place au bureau de l'Académie.

PHYSIQUE. — *Sur la vitesse de propagation des ondes dans les milieux gazeux; par* **M. V. Regnault** (1).

« Les expériences dont je présente aujourd'hui les résultats à l'Académie sont terminées depuis plusieurs années. Le Mémoire qui les résume est déjà imprimé dans le tome XXXVII de ses Mémoires, dont il forme la première partie; mais comme ce volume ne paraîtra que dans un avenir plus ou moins éloigné, je prie l'Académie de m'autoriser à en publier les conclusions dans le *Compte rendu* de cette séance.

(1) L'Académie a décidé que cette communication, bien que dépassant les limites réglementaires, serait reproduite en entier au *Compte rendu*.

» Les formules adoptées jusqu'ici par les physiciens, comme représentant la vitesse de propagation d'une onde dans un milieu gazeux indéfini dans tous les sens, ou renfermé dans un tuyau cylindrique et rectiligne, supposent que le gaz jouit de l'élasticité parfaite, de plus que l'excès de force élastique qui donne lieu à la propagation de l'onde est infiniment petit par rapport à l'élasticité du milieu tranquille.

» Ces hypothèses sont introduites dès l'origine dans le calcul; leurs conséquences se trouvent donc nécessairement dans les formules qu'on en déduit. Mais aucun de nos gaz ne satisfait rigoureusement à ces conditions; on doit donc s'attendre à trouver des différences sensibles entre les résultats des expériences directes et ceux que l'on déduit de la théorie par le calcul.

» En effet, en disant que le gaz jouit de l'élasticité parfaite, on suppose :

» 1° Qu'il suit exactement la loi de Mariotte : mais l'expérience démontre que tous les gaz s'en écartent plus ou moins;

» 2° Que son élasticité n'est pas altérée par les corps ambiants : mes expériences sur la propagation des ondes dans les tuyaux démontrent que leurs parois exercent une influence très-marquée;

» 3° Que le gaz n'oppose aucune inertie à la transmission de l'onde : or mes expériences démontrent que l'émission d'une onde forte produit toujours un *véritable transport* des premières couches gazeuses, lequel augmente notablement la vitesse de propagation, surtout dans la première partie du parcours;

» 4° Pour tenir compte de l'accélération produite par le dégagement subit de chaleur qui a lieu au moment du passage de l'onde, on admet dans le calcul la loi de Poisson ; mais celle-ci n'est exacte que si le gaz jouit de l'élasticité parfaite, s'il satisfait à la loi de Mariotte, etc., etc.

» Enfin, le calcul théorique suppose que l'excès de compression qui existe dans l'onde est infiniment petit par rapport à la pression barométrique supportée par le gaz. Mais les expériences pour déterminer la vitesse de propagation du son dans l'air libre ont été faites jusqu'ici à l'aide du canon, et l'on a suivi l'onde depuis son origine, qui est à la bouche de la pièce. Or cette onde présente, au sortir du canon, une compression énorme, laquelle, il est vrai, s'affaiblit très-vite à mesure que l'onde se propage sphériquement dans l'espace ; mais on ne peut pas admettre que cette compression est *infiniment petite* dans les premières parties du parcours.

» Lorsque l'excès de compression dans l'onde est une fraction sensible

de celle du milieu gazeux tranquille, on ne peut plus admettre la formule de Laplace; il faut recourir à une formule plus complexe, dans laquelle on a introduit les éléments véritables du problème. La formule que j'ai donnée dans mon Mémoire n'est elle-même qu'une approximation, car elle admet encore implicitement la loi de Mariotte et toutes les conséquences qui en découlent.

» En résumé, la théorie mathématique n'a abordé jusqu'ici la propagation des ondes que dans un *gaz parfait*, c'est-à-dire dans un *fluide idéal* qui réunit toutes les proprietés que l'on a introduites *hypothétiquement* dans le calcul. On ne s'étonnera donc pas de voir que les résultats de mes expériences soient souvent en désaccord avec la théorie.

» I. D'après la théorie, une onde plane doit se propager indéfiniment dans un tuyau cylindrique rectiligne, en conservant la même intensité. Mes expériences démontrent, au contraire, que l'intensité de l'onde diminue successivement, et d'autant plus vite que le tuyau a une plus faible section.

» Pour démontrer nettement ce fait, j'ai produit des ondes, d'intensité égale, avec un même pistolet chargé de 1 gramme de poudre, à l'orifice de conduites de sections très-différentes, et j'ai cherché à reconnaître la longueur du parcours au bout de laquelle le coup ne s'entend plus à l'oreille. J'ai cherché de plus à déterminer le parcours, beaucoup plus long, au bout duquel l'onde silencieuse cesse de marquer sur mes membranes les plus sensibles. J'ai trouvé ainsi :

» 1° Dans une conduite à gaz d'Ivry, dont la section intérieure est de $0^{m},108$, on entend encore le coup à la seconde extrémité, distante de $566^{m},7$ de l'origine, mais le son est très-affaibli. Si l'on ferme la seconde extrémité hermétiquement, avec une plaque de tôle, et qu'on place l'oreille à l'orifice du départ, il faut prêter la plus grande attention pour entendre le retour du coup. Ainsi, dans une conduite cylindrique rectiligne du diamètre de $0^{m},108$, un parcours de 1150 mètres suffit pour éteindre complétement le son produit par un coup de pistolet, avec une charge de 1 gramme de poudre.

» 2° Dans une conduite, du diamètre de $0^{m},30$, de la route militaire, le coup de pistolet s'entend très-distinctement à l'autre extrémité, éloignée de 1905 mètres. Si l'on ferme cette extrémité avec une plaque de tôle, et qu'on applique l'oreille à l'orifice du départ, on entend encore l'onde réfléchie, mais la perception est à peine sensible. L'onde a alors parcouru, dans la conduite, un chemin de 3810 mètres.

» 3° Dans la grande conduite, du diamètre de $1^m,10$, de l'égout Saint-Michel, l'onde produite par le coup de pistolet donne un son intense quand elle arrive à l'autre extrémité B, après avoir parcouru un chemin de 1590 mètres. Après une première réflexion en B, elle revient à l'extrémité de départ A. Son parcours total est alors de 3180 mètres; on reconnaît que le son s'est affaibli, mais il conserve assez d'intensité pour qu'on l'entende au dehors, sans avoir besoin de retirer la membrane qui ferme l'orifice A. Après une seconde réflexion en B et un second retour en A, l'onde a parcouru 6360 mètres; on entend encore le coup très-distinctement. Enfin, ce n'est qu'après une nouvelle réflexion en B, qu'on n'entend le troisième retour en A, que si un silence absolu règne dans la galerie. Le parcours total est alors de 9540 mètres.

» Ainsi, un coup de pistolet, produit par 1 gramme de poudre, donne un son qui n'est plus perçu par l'oreille quand il a parcouru :

1150 mètres dans un tuyau dont le diamètre est de $0^m,108$,
3810 mètres dans un tuyau dont le diamètre est de $0^m,300$,
9540 mètres dans un tuyau dont le diamètre est de $1^m,100$.

» Les longueurs sont ici sensiblement proportionnelles aux diamètres. Il est probable, néanmoins, que ces parcours seraient plus longs si l'onde ne subissait pas des réflexions successives qui l'affaiblissent continuellement.

» Lorsque l'onde n'a plus assez d'intensité, ou *qu'elle s'est assez modifiée*, pour ne plus produire sur notre oreille la sensation du son, elle est encore capable, même après un parcours très-prolongé, de marquer son arrivée sur nos membranes.

» Ainsi, lorsque l'onde est produite par une charge de 1 gramme de poudre, elle imprime sa dernière marque sur une membrane quand elle a parcouru les chemins suivants :

4056 mètres dans la conduite de $0^m,108$,
11430 mètres dans la conduite de $0^m,300$,
19851 mètres dans la conduite de $1^m,100$.

» Mais, sur une conduite du diamètre de $1^m,10$ qui forme le grand siphon de Villemonble, nous avons noté des parcours beaucoup plus longs; il est vrai que la charge de poudre était portée à $2^{gr},40$. Ainsi, dans le tableau qui renferme les résultats de l'une des séries d'expériences faites sur cette longue conduite, la dernière marque correspondait à une onde qui avait

parcouru 58641 mètres, et, lorsqu'on opérait sans tirer les bandes de papier, on notait facilement jusqu'au dixième retour de l'onde à la membrane A, lequel correspondait à un parcours de 97735 mètres, c'est-à-dire de près de 100 kilomètres. Mais les bandes de papier noirci prenaient des longueurs tellement considérables, qu'il m'a été impossible de recueillir plus de six retours; ces bandes avaient déjà une longueur de 27 mètres quand elles marquaient le sixième retour.

» Quelles sont les causes qui affaiblissent ainsi une onde plane lorsqu'elle se propage dans une conduite cylindrique rectiligne? Elles sont de diverses natures, mais la principale tient certainement à ce que l'onde perd constamment une partie de sa force vive par la réaction des parois élastiques du tuyau. On le reconnaît immédiatement sur notre grande conduite du diamètre $1^{m},10$ de l'égout Saint-Michel, qui est suspendue sur des colonnes de fonte, dans une large galerie voûtée : dans le premier trajet de l'onde, on entend au dehors un son très-fort au moment du passage de l'onde, en quelque point de la ligne qu'on se place. Une portion notable de la force vive se dépense donc au dehors; j'en dirai autant pour les extrémités et pour tous les orifices garnis de membranes. Cette perte continue nécessairement après que l'onde n'a plus assez d'intensité pour impressionner l'oreille, et elle suffit, à la rigueur, pour expliquer comment le son s'éteint, et comment l'onde s'affaiblit assez pour ne plus faire marcher nos membranes les plus sensibles. Mais je ne crois pas que ce soit la cause unique; il y en a une autre qui provient d'une action de la paroi solide sur le gaz, dont elle diminue sensiblement l'élasticité; j'en donnerai une preuve tout à l'heure.

» II. La formule de Laplace ne contient pas l'expression de l'intensité de l'onde; d'après cette formule, la vitesse de propagation d'une onde est donc la même, quelle que soit son intensité. Mais, d'après la formule plus générale que j'ai donnée, cette vitesse doit être d'autant plus grande que l'intensité de l'onde est plus considérable. Or nous venons de voir que, dans une conduite cylindrique rectiligne, l'intensité de l'onde ne reste pas constante, comme on l'a admis jusqu'ici; mais qu'elle diminue successivement, et d'autant plus rapidement que le tuyau a une section plus petite. Il en résulte nécessairement que la vitesse de propagation d'une onde dans un tuyau doit diminuer continuellement à mesure qu'elle se propage, et la diminution sera d'autant plus rapide que le tuyau aura une plus petite section. C'est en effet ce qui se présente dans toutes mes expériences; je me conten-

terai de rapporter ici les vitesses moyennes d'une onde produite par un coup de pistolet qui se propage dans de l'air sec et à o degré, et que l'on suit depuis son départ jusqu'au moment où elle n'a plus assez d'intensité pour faire marcher mes membranes. Je les choisis parmi les expériences qui ont été faites sur les conduites des sections $0^m,108$, $0^m,300$ et $1^m,10$.

1° *Conduite du diamètre de* $0^m,108$ *de la route d'Ivry.*

Chemins parcourus.	Vitesses moyennes V'_0.	Chemins parcourus.	Vitesses moyennes V'_0.
Charge de poudre $= 0^{gr},3$.		Charge de poudre $= 0^{gr},4$.	
m	m	m	m
566,74	330,99	1351,95	329,95
1133,48	328,77	2703,00	328,20
1700,22	328,21	4055,85	326,77
2266,96	327,04	5407,80	323,34 (*)
2833,70	327,52		

» La diminution de la vitesse moyenne d'une même onde comptée depuis son départ, mais que l'on prend successivement sur un parcours de plus en plus long, est très-marquée.

2° *Dans la conduite du diamètre de* $0^m,30$ *de la route militaire.*

Chemins parcourus.	Vitesses Moyennes V'_0.
Charge de poudre $= 0^{gr},4$.	
m	m
1905,0	331,91
3810,0	328,72
Charge de poudre $= 0^{gr},4$.	
1905,0	332,37
3810,0	330,34
Charge de poudre $= 1^{gr},5$.	
Réflexion sur le fond fermé B.	
3810,3	332,18
7620,6	330,43
11430,0	329,64
15240,0	328,96

» Les vitesses moyennes, pour des ondes produites avec une même charge de poudre et pour des parcours égaux, sont donc beaucoup plus grandes sur la conduite de $0^m,30$ que sur celle de $0^m,108$.

(*) Cette dernière vitesse m'inspire peu de confiance, parce qu'on ne l'a trouvée que sur une seule bande.

1° *Dans la conduite du diamètre de $1^{m},10$ de l'égout Saint-Michel.*

Chemins parcourus.	Vitesses moyennes V'_0.
Charge de poudre = 1 gramme.	
m	m
749,1	334,16
920,1	333,20
1417,9	332,50
2835,8	331,72
5671,8	331,24
8507,7	330,87
11343,6	330,68
14179,5	330,56
17015,4	330,50
19851,3	330,52

» La vitesse moyenne de propagation sur la conduite du diamètre de $1^{m},10$ diminue moins vite que sur celle du diamètre $0^{m},30$. Les premières vitesses sont plus grandes, parce qu'elles sont prises bien plus près du départ.

» Les différences sont encore plus marquées quand nous comparons, sur les trois conduites, les *vitesses moyennes limites*, c'est-à-dire celles qui correspondent à l'onde assez affaiblie depuis son départ pour ne plus marquer sur nos membranes.

» Ces vitesses limites ont été trouvées :

Sur la conduite de $0^{m},108$,	$V'_0 = 326^{m},66$	chemin parcouru = $4055^{m},9$
» $0,300$,	$V'_0 = 328,96$	» = 15240,0
» $1,100$,	$V'_0 = 330,52$	» = 19851,3

» Dans ces expériences, l'onde a été produite par la même charge de poudre; les membranes sont les mêmes, elles ont par conséquent la même sensibilité : en d'autres termes, elles doivent cesser de marquer dans les trois conduites, lorsque l'onde est arrivée à la même faiblesse. Si donc l'affaiblissement de l'onde ne provenait que de la perte de force vive à travers la paroi du tuyau, la vitesse moyenne limite devrait être la même dans les trois conduites, puisque l'onde a la même intensité au départ, et la même intensité au moment où elle donne sa dernière marque sur la membrane. Ces vitesses limites étant au contraire très-différentes, il faut en conclure que les parois du tuyau exercent encore sur l'air intérieur une autre action que celle que nous venons d'indiquer, action qui diminuerait notablement son élasticité sans changer sensiblement sa densité. Par suite de cette action,

la *vitesse de propagation d'une onde de même intensité dans des tuyaux rectilignes serait d'autant plus faible que le tuyau aurait une section moindre.* Il est probable que la nature de la paroi, que son poli plus ou moins parfait, exercent une influence sur ce phénomène. Je citerai un fait qui en donne la preuve : dans les égouts de Paris à grande section, on prévient ordinairement les ouvriers par le son de la trompette; or on a reconnu que ces signaux portent incomparablement plus loin dans les galeries dont les parois sont recouvertes d'un ciment bien lisse, que dans celles où elles sont formées par de la meulière brute.

» Pour que cette action des parois sur l'élasticité du milieu gazeux fût absolument nulle, il faudrait que le diamètre du tuyau fût infini; en d'autres termes, que la propagation du son eût lieu dans l'air libre. Mais cette action doit déjà être très-petite dans mes grosses conduites de $1^m,10$; j'ai supposé qu'elle y était nulle, et j'ai conclu d'expériences très-nombreuses et très-concordantes que *la vitesse moyenne de propagation, dans l'air sec et à zéro, d'une onde produite par un coup de pistolet, et comptée depuis la bouche de l'arme jusqu'au moment où elle s'est tellement affaiblie, qu'elle ne fait plus marcher mes membranes les plus sensibles, est*

$$V'_0 = 330^m,6.$$

» J'ai cherché aussi à déterminer la vitesse que possède l'onde la plus affaiblie, celle que j'appelle la *vitesse minima.* Cette détermination n'a pu être faite avec quelque certitude que sur les grosses conduites de $1^m,10$; on a trouvé

$$W'_0 = 330^m,30,$$

valeur qui diffère peu de la *vitesse limite moyenne.*

» Dans les conduites de plus petit diamètre, la vitesse minima est encore moindre.

» III. Lorsque l'onde est produite, non plus par l'explosion subite d'un mélange détonant, mais par l'injection d'une petite quantité d'air plus ou moins comprimé, sa vitesse de propagation dans la même ligne de tuyaux est d'autant plus grande que son intensité est plus considérable. Ainsi, pour cette onde, comme pour celle qui est donnée par le coup de pistolet, la vitesse diminue progressivement.

» Dans nos conduites de $1^m,10$, les ondes produites par l'injection de l'air comprimé ont sensiblement la même vitesse initiale de propagation que les ondes qui sont données par les coups de pistolet, mais leur vitesse

moyenne limite est un peu plus faible. Le même fait s'est présenté pour la conduite de $0^{m},30$, lorsque l'excès de pression de l'air injecté était suffisant.

» IV. L'onde produite par la fermeture brusque de l'orifice à l'aide d'un disque lancé avec une grande vitesse se comporte de même : *la vitesse de propagation diminue sensiblement à mesure que le parcours augmente.* Les expériences faites à l'aide du piston frappeur sur la conduite du diamètre de $0^{m},216$ de la route de Choisy-le-Roi le montrent très-clairement. Dans la grande conduite du diamètre de $1^{m},10$, formant le siphon de Villemonble, on a trouvé pour la vitesse moyenne de propagation, sur un même parcours de $9773^{m},5$:

Lorsque l'onde est donnée par un coup de pistolet.. $V'_0 = 333^{m},11$
Quand elle est produite par le piston frappeur..... $V'_0 = 332,56$

» Ainsi, l'onde donnée par le piston frappeur marche un peu moins vite que celle qui provient du coup de pistolet; mais cela tient uniquement à ce qu'elle a moins d'intensité, car elle n'a jamais marqué sur la membrane un second retour qui correspondrait à un chemin parcouru de 19547 mètres, tandis que l'onde fournie par le coup de pistolet a marqué constamment plusieurs retours.

» V. Les expériences que j'ai faites sur les ondes produites par la voix humaine et par les instruments à vent sont décrites en détail dans mon Mémoire; mais la description que je pourrai en faire ici prendrait trop d'étendue pour cet extrait.

» VI. Nos formules théoriques de la vitesse de propagation du son dans l'air ne contiennent pas la pression barométrique à laquelle l'air est soumis. Si donc ces formules sont exactes, *la vitesse de propagation d'une onde dans un gaz est la même, quelle que soit la pression que le gaz supporte.* Les seules expériences directes que l'on puisse invoquer jusqu'ici, comme confirmant cette loi, ont été faites dans l'air libre : ce sont celles de MM. Stampfer et Myrbach en 1822, dans le Tyrol, entre deux stations présentant une différence de niveau de 1364 mètres, et celles de MM. Bravais et Martens, faites en 1844 en Suisse, à deux stations dont la différence de niveau était de 2079 mètres. Malheureusement, les pressions barométriques moyennes que l'air présente entre les deux stations ne diffèrent pas assez de la pression au niveau de la mer.

» J'ai donné dans mon Mémoire deux séries d'expériences pour déterminer la vitesse de propagation du son dans de l'air, sous diverses pressions, et contenu dans des tuyaux du diamètre de $0^m,108$.

» La première sur la conduite à gaz de la route militaire, près d'Ivry, ayant $567^m,4$ de longueur; les pressions ont varié de $0^m,557$ à $0^m,838$; par suite, la densité de l'air de 1,0 à 1,5.

» La seconde a été faite sur une petite conduite horizontale établie dans la cour du Collége de France, et dont la longueur n'est que de $70^m,5$. Les pressions ont varié depuis $0^m,247$ jusqu'à $1^m,267$, par conséquent, la densité de l'air a changé à peu près de 1 à 5.

» Il n'a pas été possible de constater une différence sensible dans la vitesse de propagation du son dans l'air sous des pressions si différentes. Ainsi, mes expériences confirment l'exactitude de la loi que je viens d'énoncer.

» VII. Si l'on compare les vitesses V et V′ de propagation d'une même onde dans deux gaz différents, mais à la même température et sous la même pression; si l'on admet qu'ils suivent la loi de Mariotte, qu'ils ont le même coefficient de dilatation, qu'ils satisfont à la loi de Poisson, etc., etc.; en un mot, si l'on admet que ce sont des *milieux gazeux parfaits*, on doit avoir, d'après la théorie,

$$\frac{V'}{V} = \sqrt{\frac{d}{d'}}.$$

» De sorte que si l'un des gaz est l'air atmosphérique, et si δ représente la densité de l'autre gaz par rapport à l'air, on a

$$\frac{V'}{V} = \sqrt{\frac{1}{\delta}}.$$

» Jusqu'ici, on n'a fait aucune expérience directe pour déterminer la vitesse de propagation d'une onde dans un gaz autre que l'air atmosphérique; on a cherché seulement à démontrer l'exactitude de la loi précédente par une méthode détournée, fondée sur la théorie des tuyaux sonores.

» Je donne dans mon Mémoire deux séries d'expériences directes sur les gaz que j'ai pu préparer en quantité suffisante.

» La première série a été faite sur la conduite du diamètre de $0^m,108$ de la route militaire d'Ivry, et dont la longueur efficace est de $567^m,4$; j'ai pu la remplir successivement de gaz hydrogène, d'acide carbonique et de gaz de l'éclairage.

» Pour la seconde série, j'ai utilisé la petite conduite du Collége de France, qui a la même section, mais seulement une longueur de $70^m,5$. J'ai pu m'en servir pour les gaz acide carbonique, protoxyde d'azote et ammoniac ; je réunis en un seul tableau les résultats obtenus sur les deux conduites :

	$\frac{V'}{V}$ Conduite de $567^m,3$.	Conduite de $70^m,5$.	$\sqrt{\frac{1}{\delta}}$.
Hydrogène	3,801	»	3,682
Acide carbonique	0,7848	0,8009	0,8087
Protoxyde d'azote	»	0,8007	0,8100
Ammoniaque	»	1,2279	1,3025

» Si l'on compare les rapports $\frac{V'}{V}$ des deux premières colonnes aux valeurs calculées de $\sqrt{\frac{1}{\delta}}$, on trouve une coïncidence assez remarquable ; les différences seraient certainement plus petites si on avait pu opérer sur des gaz très-purs, mais c'est bien difficile dans des conduites d'aussi grande capacité. De plus, les valeurs de $\sqrt{\frac{1}{\delta}}$ ne sont pas elles-mêmes très-exactes, parce qu'on est obligé quelquefois de prendre, pour la densité du gaz par rapport à l'air, sa densité théorique, et non sa densité réelle, qui doit seule intervenir.

» Mes expériences démontrent que l'on peut admettre la loi $\frac{V'}{V} = \sqrt{\frac{1}{\delta}}$, mais seulement comme une *loi limite*, à laquelle les gaz satisferaient exactement si on les mettait dans les conditions où ils se comportent comme des *milieux élastiques parfaits*.

» VIII. Mes expériences pour déterminer la vitesse de propagation des ondes dans l'air libre, ont été faites par la méthode des coups de canon réciproques. L'onde a évidemment au départ une très-grande intensité, mais elle s'affaiblit très-vite à mesure qu'elle se propage sphériquement dans l'espace. De plus, au moment du départ du coup, les couches d'air voisines de la pièce doivent subir un véritable transport, qui augmente encore la vitesse de propagation. Ainsi, par suite de ce transport et de sa grande intensité, l'onde doit marcher plus vite, surtout suivant la ligne du tir, dans les premières parties du parcours que dans les suivantes. Mais cette accélération s'éteint très-vite et devient à peu près insensible quand l'onde parcourt de grandes distances.

» Je distingue deux séries d'expériences :

» Pour la première série, qui comprend 18 coups réciproques, chaque canon est éloigné d'environ 1280 mètres de la membrane qui marque l'arrivée de l'onde; on trouve pour la vitesse moyenne de propagation dans l'air tranquille, sec et à o degré,

$$V'_0 = 331^{m},37.$$

» Dans la seconde série, chaque canon est éloigné de 2445 mètres environ de sa membrane; elle se compose de 11 journées d'expériences comprenant 149 coups réciproques avec de très-grandes variations de température et de vent.

» La moyenne générale donne pour la vitesse dans l'air tranquille, sec et à o degré,

$$V'_0 = 330^{m},7.$$

» Cette vitesse est notablement moindre que celle de la première série. Ainsi nous trouvons encore ici que la vitesse diminue sensiblement à mesure que le parcours augmente.

» Dans la seconde série, la température a varié de 1°,5 à 21°,8; j'en conclus l'exactitude de la correction pour la température, telle qu'on l'admet généralement.

» IX. Ces recherches sur la propagation de l'onde dans les milieux gazeux ont été entreprises principalement au point de vue de la théorie mécanique de la chaleur. Je crois pouvoir en déduire des conséquences importantes; mais la place dont je puis disposer pour cet extrait ne me permet pas de les développer. »

ASTRONOMIE. — *Éclipse totale du Soleil le 18 août 1868.*
Note de M. Le Verrier.

« Le 18 août prochain aura lieu l'une des éclipses de Soleil les plus remarquables qu'il soit donné d'observer. Elle sera totale sur une ligne de parcours que nous allons indiquer, et la durée de l'obscurité sera pour certains lieux relativement considérable.

» La ligne de l'éclipse centrale passe tout près d'Aden, puis se dirige à travers la mer vers l'Indoustan, sur lequel elle pénètre à la hauteur de Kolapour, un peu au-dessus de Goa. Elle traverse toute la contrée de l'ouest à l'est et en ressort près de Masulipatam. Elle s'étend alors sur le golfe du Bengale, passe au nord des îles Andaman, traverse la partie nord de la

presqu'île de Malacca, le golfe de Siam, la pointe de Cambodje, le nord de Bornéo et des Célèbes, et vient longer le sud de la Nouvelle-Guinée.

» La longue durée de l'obscurité est due à plusieurs causes. La Lune n'est qu'à six heures de son périgée, tandis que le Soleil n'est pas loin de son apogée : double condition qui fait que le diamètre apparent de la Lune est grand et que le diamètre apparent du Soleil n'est que de 9 secondes d'arc au-dessus de son minimum. Le diamètre apparent de la Lune est encore accru dans les régions pour lesquelles le phénomène se produit vers le zénith, ainsi que cela a lieu pour la partie du golfe de Siam, et en particulier pour la pointe de Cambodje. La durée de l'obscurité totale s'élève dans cette région jusqu'à $6^m 46^s$, et est encore de $6^m 40^s$ pour le Cambodje.

» Aden n'est point propice pour l'observation : le Soleil est trop près de l'horizon, et la durée du phénomène est trop courte. D'ailleurs, Aden ne se trouve pas lui-même sur la ligne centrale ; il faudrait se transporter un peu au nord, ce qui, en raison de l'état du pays, offrirait sans doute de grandes difficultés.

» Les Anglais se préparent naturellement à observer le phénomène dans l'Indoustan.

» La pointe de Cambodje, qui dépend de notre possession de Saïgon, doit attirer l'attention de la France. Grâce à notre établissement et au concours actif et éclairé que la Marine impériale ne manquerait pas de donner à une entreprise scientifique, il serait possible de se rendre, par terre ou autrement, en partant de Saïgon, au point désigné, et de s'y installer à l'avance pour préparer les observations qu'on voudrait entreprendre. Il faudrait tout d'abord assurer une bonne détermination de la latitude et de l'heure du lieu, travail qui serait parfaitement placé entre les mains des marins. L'observation astronomique des phases d'entrée et de sortie conduirait à une nouvelle détermination du diamètre du Soleil et aussi à une mesure précise de la longitude géographique du lieu, résultats qui ne seraient point sans intérêt. Lorsque le moment de l'éclipse totale approcherait et que les cornes seraient réduites à un simple filet lumineux, l'analyse spectrale de la lumière du Soleil prendrait une grande importance, et il en serait de même après la fin de l'obscurité.

» Quelques minutes avant que la lumière du Soleil ait complétement disparu, il faudra déjà se préoccuper de s'assurer si dans les endroits propices du contour du disque on n'apercevrait pas quelque trace de ce qu'on appelle les protubérances lumineuses. Dès qu'on aura saisi une d'entre elles, il faudra la suivre avec une grande attention, même après le

retour de la lumière du Soleil, si cela est possible, et constater si son déplacement la rattache effectivement au disque du Soleil. Ces derniers travaux pourront s'effectuer de deux manières, ou par des observations et des mesures directes, ou par des impressions photographiques prises successivement à des instants bien connus. Nous n'avons point l'intention d'entrer ici dans le détail de l'organisation que nécessiteraient ces travaux. Nous voulons seulement examiner la situation générale.

» Très-malheureusement, on se trouve au 18 août en pleine mousson du sud-ouest. Les Anglais estiment que cette condition laisse peu de chances d'obtenir des observations sur la côte ouest de l'Indoustan, et que ce sera seulement à l'est des versants montagneux qu'on pourra espérer un ciel propice aux observations. Par les mêmes raisons, la pointe de Cambodje, si admirablement située, quant aux conditions astronomiques, laisse, au point de vue météorologique, les pressentiments les plus fâcheux. Serait-il sage d'aller concentrer dans ces régions basses et que rien ne couvre contre le vent du sud-ouest des moyens puissants d'observation qui pourraient, au moment voulu, être réduits à l'impuissance, ainsi que cela est arrivé au mois de mars 1867, auprès de Naples, à ceux qui s'y sont transportés pour l'observation de l'éclipse annulaire?

» La presqu'île de Malacca, au point où elle est traversée par la ligne centrale de l'éclipse, a une largeur de 30 à 40 lieues, et elle court du nord au sud. La côte ouest est évidemment soumise complétement à l'influence de la mousson. La presqu'île est toutefois traversée dans toute sa longueur par une chaîne de hautes montagnes, et l'on peut se demander si l'influence de cette chaîne ne protégerait pas la côte est d'une manière suffisante pour qu'on pût s'y placer avec quelque chance de succès. En admettant qu'il en fût ainsi, une autre question surgirait. Cette côte est-elle accessible, et, avec le secours de la marine, les observateurs pourraient-ils s'y établir pendant le temps nécessaire à la préparation et à l'exécution des observations?

» Nous nous étions déjà posé ces questions, et nous comptions arriver à leur solution, quand nous avons été momentanément dans l'impossibilité de les suivre. Les jours s'écoulent cependant, et s'il est encore temps d'aviser, il y a urgence à ne pas perdre un instant. Il faut examiner de suite si les conditions météorologiques et maritimes rendent utile et possible une expédition développée dans le Cambodje et sur la côte est de la presqu'île de Malacca; les dispositions à prendre à l'égard des observateurs et des instruments en dépendront.

» Dans tous les cas, les officiers de la Marine impériale qui se trouvent sur les lieux, et en particulier M. le contre-amiral Ohier, qui commandera à cette époque à Saïgon, donneront à ce grand phénomène toute l'attention nécessaire. Nous savons qu'ils seraient heureux de recevoir les instructions et le concours d'un savant que sa spécialité désignerait pour cette mission. Ajoutons enfin que, suivant les circonstances, quelques savants étrangers désireraient se joindre à l'expédition française. Nous réclamons de nos confrères de la Marine et de M. le vice-amiral Roze, qui est de retour à Paris, l'étude et la prompte solution de la première partie des questions dont dépend la possibilité d'observer l'éclipse totale du 18 août en Cochinchine ou dans les contrées voisines. »

ASTRONOMIE. — *Sur les mesures prises par le Bureau des Longitudes pour l'observation physique de l'éclipse prochaine, aux Indes orientales.* Note de **M. Faye**.

« Après ce que nous venons d'entendre sur les projets et les préparatifs de l'Observatoire pour l'observation du grand phénomène astronomique du 18 août prochain, je crois pouvoir, sans indiscrétion, dire à l'Académie que, de son côté, le Bureau des Longitudes s'est fortement préoccupé de cette éclipse, dont il a fait calculer les phases et dont il a présenté, il y a deux ans, les détails astronomiques et géographiques sur une Carte annexée à la *Connaissance des Temps pour* 1868. Déjà, à l'occasion de l'éclipse annulaire du 6 mars dernier, le Bureau des Longitudes avait donné à M. Janssen la mission spéciale d'aller observer les circonstances physiques de ce phénomène, en lui indiquant ses *desiderata*. Grâce au choix de la station que le Bureau avait désignée sur les bords de l'Adriatique, cet habile physicien a pu obtenir les plus intéressants résultats, alors que les autres observateurs, qui s'étaient postés de l'autre côté des Apennins, ont vu leurs préparatifs échouer par suite des mauvais temps qui régnaient sur le bassin de la Méditerranée.

» Nous avions chargé M. Janssen de faire à cette occasion la *première* application de l'analyse spectrale à une éclipse de Soleil.

» Dans les circonstances ordinaires, il est impossible d'obtenir dans toute leur pureté les spectres des différentes parties du disque du Soleil, car l'atmosphère terrestre, si vivement illuminée dans la région du ciel où se trouve cet astre, mélange partout la lumière du centre avec celle des bords, et s'oppose ainsi à toute conclusion décisive sur cette dernière.

Mais cet obstacle insurmontable disparaît momentanément dans les éclipses annulaires, parce que la Lune fait alors fonction d'écran et ne laisse pénétrer dans notre atmosphère que les rayons émis par les bords extrêmes. La question était de savoir si ces deux spectres, pris dans toute leur pureté, diffèrent comme semble l'indiquer la théorie, et en tout cas de comparer ces deux spectres sous quelque rapport décisif. Il y avait là évidemment, dans toutes les éventualités, d'importantes notions à obtenir sur la constitution de l'atmosphère propre du Soleil, de même que, de l'étude comparée des spectres observés au centre et aux bords des planètes, de la nôtre en particulier, on peut arriver à certaines conclusions touchant la constitution de leurs atmosphères.

» Le résultat n'a point trompé l'attente du Bureau. M. Janssen, éclairé par une tentative déjà ancienne du même genre, due à M. Forbes, mais faite à une époque où, ce que nous nommons aujourd'hui l'analyse spectrale n'existant pas, nos questions actuelles n'auraient même pu être posées, M. Janssen, dis-je, a eu recours à un procédé d'une délicatesse extrême. Au lieu de s'adresser aux plus belles raies solaires du spectre, il a choisi certains groupes de raies faibles et grisâtres, de la riche série de celles qui sont dues à la présence du fer dans la masse solaire, et s'est attaché, pendant l'éclipse du 6 mars, à Trani, à comparer minutieusement ces groupes dans les deux spectres successifs du centre et du bord. Le raisonnement qui l'a guidé dans ce choix est au fond le même qui sert à distinguer les raies telluriques des raies solaires : les premières, pâles et grisâtres quand le Soleil est au zénith, se foncent et se multiplient quand le Soleil se rapproche de l'horizon. Eh bien, pour l'atmosphère solaire, le même phénomène ne se produit pas; que les rayons lumineux traversent cette atmosphère normalement ou sous une incidence très-faible de quelques degrés (1), il n'en résulte aucune modification dans le spectre, même en prenant pour témoins les raies les plus délicates sur lesquelles le moindre changement d'intensité doit être perceptible. Voilà un fait important dont la connaissance est entièrement due à M. Janssen et à l'initiative prise, dans cette circonstance, par le Bureau des Longitudes (2).

---

(1) La portion annulaire du disque du Soleil, à laquelle s'appliquent les observations de M. Janssen, était réduite à une épaisseur d'environ 30 secondes.

(2) M. Janssen a constaté, en outre, qu'au moment de l'éclipse annulaire les raies telluriques, si peu marquées d'ordinaire au zénith, étaient au contraire très-nettement accusées dans cette région du ciel. Il en a conclu que la lumière zénithale présentait à ce moment une proportion beaucoup plus forte qu'à l'ordinaire de rayons provenant des régions basses

» Ces résultats nous encourageaient naturellement à suivre la même voie pour l'éclipse prochaine, éclipse si remarquable entre toutes par la longue durée de l'obscurité totale. Mais ici la question s'élargit singulièrement. L'analyse spectrale s'appliquera, non plus à la radiation directe de la photosphère, mais à l'auréole et aux protubérances lumineuses. Peut-être les heureux observateurs de ce beau phénomène seront-ils témoins du renversement partiel du spectre solaire; peut-être un spectre à raies lumineuses spéciales viendra-t-il se superposer au spectre habituel; peut-être les raies noires seront-elles toutes remplacées par des raies lumineuses, brillant chacune de leur couleur propre. Ce serait le triomphe complet de la magnifique théorie spectrale de MM. Bunsen et Kirchhoff, et il suffit sans doute de la seule espérance d'un pareil spectacle pour légitimer tous nos efforts. Mais le Bureau des Longitudes compte obtenir plus encore du zèle et de l'habileté du savant physicien qui s'est créé en France une spécialité par l'étude approfondie de ce nouveau monde de faits à la fois délicats et décisifs qui s'appelle *le spectre solaire;* aussi a-t-il résolu, dès le retour de M. Janssen, de procurer à ce physicien les moyens d'aller de nouveau observer aux Indes la plus belle éclipse de notre siècle. Les instructions sont prêtes; le choix des instruments est arrêté, et la station a été choisie (Masulipatam) d'après les conseils des savants amiraux que le Bureau compte dans son sein (1); et si nos ressources étaient insuffisantes, le Bureau n'hésiterait pas à s'adresser à S. Exc. M. le Ministre de l'Instruction publique, et à faire appel à sa sollicitude bien connue pour tous les progrès. Quant à la partie astronomique, le Bureau, se reposant naturellement sur l'initiative de l'Observatoire, s'en est moins préoccupé. Il n'a pas perdu de vue toutefois ce qu'on peut attendre du concours des savants Officiers de la marine de l'État et de nos grandes lignes de paquebots dans la mer des Indes; nous nous sommes souvenus que c'est aux Officiers de notre marine que l'astronomie doit les premiers dessins authentiques du phé-

---

de l'atmosphère. Cette conclusion confirme définitivement l'explication que M. Arago avait proposée pour la couleur olivâtre qui se substitue, pendant les éclipses, à l'azur du ciel, et revêt tous les objets d'une teinte lugubre.

(1) Évidemment les astronomes anglais devront choisir leur poste dans la même région; mais la mission confiée à M. Janssen, par sa spécialité même, ne risque pas de faire double emploi avec les entreprises beaucoup plus générales et d'un caractère plus astronomique que nos savants voisins ne manqueront pas d'organiser sur la plus grande échelle, au centre et sur les limites de l'ombre lunaire, avec le concours des officiers de l'armée des Indes.

nomène si curieux de l'auréole (précisement dans la mer des Indes), et que c'est un amiral espagnol (Ulloa) qui le premier a signalé ces apparitions lumineuses des éclipses totales où la science voit encore un problème, mais un problème aujourd'hui bien voisin de sa solution. Notre savant Président M. le Maréchal Vaillant a bien voulu se faire l'interprète du Bureau des Longitudes auprès de ses Collègues de la Marine et des Finances, et a déjà reçu l'assurance que les instructions rédigées par le Bureau seraient recommandées à l'attention et au zèle des Officiers qui pourront se trouver dans les parages parcourus par l'ombre de la Lune, au 18 août prochain.

» Voilà, Messieurs, ce que j'avais à dire pour montrer à l'Académie combien ce beau phénomène, qui va produire une profonde impression dans les Indes et dans les parages où circule incessamment notre pavillon, a préoccupé le Bureau des Longitudes. Sans préjudice de l'action propre à l'Observatoire, et des projets astronomiques que son savant Directeur vient de vous exposer, le Bureau a désiré concentrer ses efforts sur la partie physique du phénomène; il voudrait pouvoir donner au savant distingué qu'il a déjà chargé avec tant de succès d'observer en Italie l'éclipse annulaire du 6 mars dernier, la mission d'aller aux Indes anglaises appliquer plus complétement encore l'analyse spectrale à l'éclipse totale du 18 août prochain. »

« L'Académie, dit **M. Le Verrier**, aura entendu avec un vif intérêt la communication que M. Faye vient de lui faire. Nous mentionnons nous-même, dans la Note qui précède, la nécessité de l'analyse spectrale de la lumière du Soleil; et, dans une Lettre au Ministre de l'Instruction publique, nous avions pris la liberté d'indiquer l'utilité du concours de M. Janssen pour l'exécution de cette partie du travail.

» La question que nous posons aujourd'hui est plus générale et fort embarrassante. La ligne centrale de l'éclipse s'étend depuis Aden jusqu'à la Nouvelle-Guinée sur un long parcours, et, dans toute cette longueur, on ne voit jusqu'ici qu'un point favorable pour les observations, Masulipatam sur la côte est de l'Indoustan. Or, tous les observateurs des divers pays devront-ils aller se concentrer en ce point, où les Anglais seront en force, et où se seront réunis entre autres les astronomes des observatoires de l'Inde et les nombreux officiers qui travaillent à la triangulation de ce pays?

» On nous a demandé de divers côtés, et de l'Angleterre en particulier, si la France ne tentera pas quelque chose dans ses possessions, la Cochinchine ou dans les environs. La réponse ne serait pas douteuse si, au mois

d'août, la saison ne devait être éminemment défavorable dans ces parages. Et c'est sur ce point délicat que je réclame un avis sérieux et motivé des marins, afin que, d'une part, la France ait fait ce qu'elle devait, et que, de l'autre, elle n'envoie pas une expédition là où il n'y aurait aucune chance de succès.

» Avant le départ de M. le contre-amiral Ohier pour la Chine, nous avons, avec cet officier général, et sur l'autorisation de M. le Ministre de la Marine, fait un premier examen de ces questions; et M. Ohier n'attend que des instructions pour donner son concours et celui de ses officiers. »

« **M. DE QUATREFAGES** fait observer qu'il ne faudrait pas s'arrêter à la presqu'île de Malacca, dans la poursuite d'un phénomène aussi rare et aussi remarquable que celui dont se préoccupent en ce moment les astronomes. L'Archipel indien peut offrir encore des stations favorables. Les savants hollandais fourniraient probablement des renseignements certains sur les chances de beau temps que présentent ces contrées, même à l'époque de la mousson du sud-ouest, et certainement le Gouvernement hollandais serait heureux de favoriser les études de nos savants, alors même qu'il organiserait de son côté quelque expédition analogue. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Situation des entreprises météorologiques, avertissements, climats, orages, grêles et mouvements généraux de l'atmosphère.* Note de **M. LE VERRIER.**

« L'Académie a appris avec satisfaction que certaines entreprises météorologiques, momentanément suspendues en Angleterre à la mort si regrettable de l'amiral Fitz-Roy, avaient été reprises sous la double impulsion du *Board of Trade* et de la *Royal Society;* et qu'en particulier les avertissements météorologiques adressés aux ports et aux stations de pêcheries accessibles par le télégraphe avaient été réorganisés, conformément à la circulaire du *Board of Trade*, en date du 30 novembre dernier, et que j'ai l'honneur de placer sous les yeux de l'Académie. Cette reprise des travaux a été saluée avec d'autant plus d'empressement par l'Observatoire impérial de Paris, que les entreprises météorologiques des deux pays de France et d'Angleterre sont essentiellement connexes, et que le succès des unes importe à la marche des autres.

» Nous avons donc été heureux de reprendre avec M. Robert Scott les relations que nous avions autrefois avec M. l'amiral Fitz-Roy, et de contri-

buer à donner avec lui à nos entreprises mutuelles une nouvelle impulsion. Notre service des Avertissements aux Ports, matin et soir, quand il y a lieu, reste toujours régulièrement organisé. Nous recevons très-exactement de l'Angleterre, dans la matinée, la dépêche de Greenwich, par les soins de M. Airy, et celles de Yarmouth, Penzance, Nairn, Scarborough, Valentia, Greencastle, par les soins de M. Robert Scott. A une seconde dépêche de Valentia, que nous recevons le soir, l'Angleterre joint aujourd'hui une seconde dépêche de Greencastle, qui, avec la précédente, nous est très-précieuse pour nous servir de contrôle.

» De notre côté, nous envoyons à l'Angleterre chaque matin, outre la dépêche de Paris, celles que nous recevons de Brest, Lorient, Rochefort, Strasbourg, Lyon, et de Skudesnœs (Norvége), le Helder, Bruxelles, la Corogne.

» Le soir, nous envoyons encore au *Board of Trade* une dépêche de Paris, ce qui montre qu'on adopte, comme nous, la condition indispensable d'un contrôle du soir. Nous mentionnons ce point, parce que ce service du soir a été l'objet d'une résistance dont l'exemple de l'Angleterre nous aidera, il faut l'espérer, à vaincre les dernières traces.

» Autorisé par le Comité de la *Royal Society*, j'ai demandé à nos collègues, MM. Mohn (Norvége), Buys-Ballot (Hollande), Quételet (Belgique), et Aguilar (Espagne), de veiller avec soin à l'envoi le plus rapide des dépêches de Skudesnœs, le Helder, Bruxelles, la Corogne, afin qu'elles puissent être réexpédiées et parvenir à Londres en temps utile. M. de Vougy, envers qui nous ne saurions être trop reconnaissant pour le concours qu'il donne à nos entreprises, a prescrit que les dépêches adressées à l'Angleterre ne subissent jamais à Paris aucun retard. Nous devons ce concours à nos voisins, qui, placés aux avant-postes, reçoivent les premiers toutes les tempêtes et ont le plus besoin de se prémunir contre elles.

» M. Robert Scott nous a proposé de nous entendre pour recevoir chaque jour une dépêche de Terre-Neuve par le télégraphe électrique. Nous avons accepté, et M. le Ministre de l'Instruction publique a approuvé l'engagement à prendre avec la Compagnie Transatlantique. Ces dépêches ont commencé à nous venir, fort irrégulièrement encore. M. Robert Scott s'en occupe avec la Compagnie Transatlantique, et l'on peut être certain que l'envoi sera régularisé.

» La valeur de cette dépêche pour notre service se trouvera accrue le jour où il nous sera possible d'y joindre une dépêche des Açores. Lorsque nous connaîtrons l'état du temps sur tout ce grand circuit, l'Espagne, les Açores,

Terre-Neuve, l'Islande, Skudesnœs, Haparanda (dont l'importance a été signalée par M. de Beaumont), Berlin et Paris, on ne peut douter que le service des prévisions, faites dans l'intérêt de la marine surtout, aura reçu un grand secours et réalisera un grand progrès. Faisons, en attendant, ce qui est permis à chaque époque.

» Dès 1855, nous disions devant l'Académie qu'aussitôt notre service météorologique complétement établi à terre, il faudrait s'occuper des observations à la mer. C'est ce qui a pu être réalisé dans les dernières années avec le concours de la marine impériale et de la marine du commerce françaises, des marines d'Angleterre, de Hollande, de Norvége, de Russie, etc.

» J'ai l'honneur de présenter à l'Académie deux cent quatorze cartes représentant la situation quotidienne de l'atmosphère et l'état de la mer depuis le 1er juin 1864 jusqu'au 31 décembre de la même année. Elles s'étendent depuis les côtes est de l'Amérique du Nord jusqu'aux limites est de l'Europe, et embrassent tout l'océan Atlantique et la mer du Nord, la mer Méditerranée, la mer Baltique et la mer Noire. Ces cartes sont dès à présent à la disposition des météorologistes, qui pourront y puiser tous les éléments nécessaires pour l'étude des grands mouvements de l'atmosphère.

» Nous sommes heureux, en présentant cette période du travail à l'Académie, de n'avoir plus aucun souci sur la suite de la publication. En raison du travail de réorganisation qui s'effectuait en Angleterre, les documents de la marine de ce pays ne nous étaient pas parvenus au delà du 31 décembre 1864. Dans une Lettre en date du 28 janvier, M. Robert Scott m'informe qu'il est désormais autorisé à m'envoyer des copies de tous les documents qui nous sont nécessaires pour poursuivre notre travail, qu'il a de suite fait commencer la copie de ceux qui intéressent le mois de janvier 1865, et qu'on continuera ainsi jusqu'à ce qu'on soit au courant. L'atlas des grands mouvements de l'atmosphère va donc marcher et se compléter rapidement.

» Par une Lettre en date du 29 janvier expédiée de Florence, Ministère de la marine, M. Ottedo m'a informé que S. Exc. le Ministre de la Marine italienne avait décidé que toutes les observations faites par les navires de cette nation seraient mises à notre disposition.

» Il va sans dire que les documents nombreux que nous possédons sont sans réserve à la disposition de nos collaborateurs des diverses nations. J'ai la confiance qu'avec cet accord nous arriverons à étendre nos cartes à tout le contour de l'hémisphère nord, dont nous embrassons déjà 160 degrés complets depuis le fond du golfe des Antilles jusqu'aux monts Ourals.

» J'ai présenté séparément à l'Académie les trois fascicules de notre Atlas météorologique relatif aux orages, aux grêles, au climat de la France. Je lui fais hommage d'un exemplaire complet de cet Atlas.

» L'étude des orages, établie en France, s'est étendue au Luxembourg, à la Belgique. à la Hollande en 1866. La Norvége, en 1867, a pris part au travail. Pour que la ligne ne souffrît pas d'interruption, il faudrait aussi que des observations fussent faites en Danemark. Nul doute qu'avec le vaste réseau d'observations météorologiques qui couvre la Grande-Bretagne le travail des deux nations ne puisse se souder de ce côté. Il restera alors à demander au Portugal et à l'Espagne un complément d'information sur ces grands météores, et à l'Allemagne la connaissance des dernières limites auxquelles ils s'épuisent, si tant est qu'ils s'épuisent. Ce dernier point importe comme les autres à l'établissement d'une théorie exacte.

» L'étude des zones de grêles donnée si complétement par M. Becquerel, pour quatre départements, a été étendue à treize autres. Le travail s'effectue pour plusieurs autres contrées.

» Ainsi donc toutes nos entreprises météorologiques sont en bon ordre et marchent avec le concours de nos alliés scientifiques. »

RAPPORTS.

M. le Général **Morin** donne lecture de la Note suivante, au nom de la Commission chargée d'examiner les Mémoires de *M. Carret*, sur les inconvénients offerts par les poêles en fonte au point de vue de l'hygiène :

« Les faits signalés dans les Mémoires de M. le Dr Carret, de Chambéry, et relatifs aux inconvénients que présente l'usage des poêles en fonte, ont paru, à la Commission que vous avez chargée d'examiner ces Mémoires, présenter, pour la salubrité publique, un intérêt assez grand pour que des expériences comparatives fussent exécutées aux divers points de vue que comporte la question.

» En conséquence elle a accepté la proposition que je lui ai faite, d'organiser, au Conservatoire des Arts et Métiers, un ensemble d'expériences dont je lui ai soumis les dispositions générales, et qu'elle se propose de suivre avec l'attention nécessaire. Elle rendra compte à l'Académie du résultat de ses recherches. Elle pense d'ailleurs que les droits du Dr Carret au prix des Arts insalubres doivent être réservés. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la carbonisation du bois et la métallurgie du fer.* Mémoire de **M. Gillot.** (Extrait.)

(Commissaires : MM. Combes, Regnault, Decaisne.)

Première partie. — *Appropriation du combustible ou carbonisation.*

« On peut admettre que le bois, dans l'état moyen de siccité où il est habituellement carbonisé en forêt, contient en carbone 40 pour 100 de son poids et 60 pour 100 d'eau, tant combinée qu'hygrométrique. Dans ces 60 d'eau sont compris un peu d'azote et 7 à 8 millièmes d'hydrogène, en excès sur celui nécessaire pour former de l'eau.

» Par la carbonisation en forêt on n'obtient guère en charbon plus de 15 pour 100 du poids du bois; le reste est, ou brûlé pour produire la chaleur nécessaire à la carbonisation, ou entraîné à l'état gazeux et perdu dans l'atmosphère, combiné dans les autres substances utiles du bois dégagées par la distillation. Sur ces 15 parties, un tiers environ, par suite d'un vice inhérent au procédé, est en menus; trois en outre se perdent en déchets par les manipulations ultérieures que le charbon subit dans le transport, depuis la forêt jusqu'à pied d'œuvre dans l'usine, en sorte qu'on ne peut tout au plus estimer le rendement net en charbon pour l'effet utile par le procédé de carbonisation en forêt à plus de 12 pour 100 du poids du bois. Ce résultat tient à des causes irrémédiables qui ont été dites : ainsi, il n'y a pas d'espoir d'amélioration.

» Par le procédé de carbonisation lente au gaz en vase clos et dans l'usine même où le charbon doit se consommer, on obtient une proportion de charbon de 26 à 27 pour 100 du poids du bois, sans menus ni déchets, et d'une qualité constante et supérieure à toute autre. On recueille le surplus du charbon contenu dans le bois, déduction faite de la portion consommée par l'opération, sous forme de produits accessoires, tels que acide acétique, méthylène, huiles et goudrons dont la valeur dépasse de beaucoup, tous frais déduits, celle de tout le charbon obtenu; d'où il résulte que, outre le charbon, il reste encore un bénéfice important, même en donnant à l'acide acétique, qui est le principal de ces produits, une valeur beaucoup inférieure à la moyenne des dix dernières années.

» Les expériences qui ont conduit à ces résultats permettent de fixer

les principes généraux de la carbonisation, quel que soit le procédé employé, et ont établi, entre autres faits nouveaux :

» 1° Que la lenteur de l'opération est la seule condition nécessaire d'une bonne carbonisation, en forêts comme en vase clos, et qu'une durée de soixante-douze heures satisfait complétement à cette condition dans le procédé en vase clos ;

» 2° Que la décomposition du bois commence au moins vers 100 degrés ; qu'ainsi les analyses de bois desséché à 150 degrés ne donnent pas la véritable composition du bois ;

» 3° Que les réactions qui ont lieu pendant la carbonisation entre les corps composés qui constituent le bois font dégager, avec les hydrocarbures, l'acide carbonique et autres gaz qui en sont le résultat, une quantité de chaleur qui croît avec la température du four et avec les quantités de matières décomposées, de manière que cette chaleur, un peu avant la température de 300 degrés du four, détermine dans la cornue un excès de température sur celle du four, excès qui doit persister jusqu'à la fin de l'opération, pour que celle-ci puisse s'achever ;

» 4° Que l'accroissement graduel de cette température intérieure de la cornue est l'unique régulateur de la conduite de l'opération, et que sa progression trop rapide détermine la formation d'un excès de goudron et de gaz, une diminution correspondante des produits accessoires utiles, ainsi que du charbon, et en même temps aussi une diminution de qualité de ce dernier, résultant de la rupture de ses fibres et de la spongiosité dans sa structure, qui sont un des effets de cette distillation trop accélérée ;

» 5° Que la richesse en acide acétique des liquides de la condensation suit une marche croissante jusqu'à 218 degrés, où elle atteint 48 pour 100, pour décroître ensuite jusqu'à zéro, point qui précède de peu d'instants la fin de l'opération ;

» 6° Que cette circonstance permet d'isoler les liquides riches des liquides pauvres, et de diminuer ainsi notablement les frais de rectification ;

» 7° Que la quantité d'acide acétique monohydraté, ou dit *cristallisable*, que l'on peut obtenir par une bonne carbonisation, est comprise entre 7 et 8 pour 100 du poids du bois, mais qu'il est probable que celui-ci en contient une plus forte proportion, qui s'y trouve de plus en plus retenue à mesure que la carbonisation avance, par des influences croissantes de masse, et se décompose aux températures de la dissociation de cet acide d'avec les corps auxquels il est combiné dans le bois.

» 8° Enfin que le volume du charbon est les deux tiers de celui du bois qui l'a fourni.

Deuxième partie. — *Emploi du combustible.*

» De tous les appareils métallurgiques employés au traitement des minerais de fer, le haut fourneau est celui qui réunit sans contredit les conditions les plus économiques.

» Il a été démontré que dans tout haut fourneau en marche régulière, soit à air froid, soit à air chaud, la puissance calorifique des gaz combustibles perdus par le gueulard est dans la proportion à peu près constante des deux tiers de celle de tout le combustible employé. Les faibles oscillations que subit cette proportion dépendent des variations dans les quantités d'hydrogène introduit dans les gaz combustibles par les réactions. Il a été démontré que la chaleur nécessaire à la conversion de la fonte du haut fourneau en acier ou en fer était de beaucoup inférieure à la chaleur totale que développerait la combustion des gaz combustibles perdus par le gueulard et correspondant à la fonte produite. D'où il suit qu'il ne s'agissait que de trouver le mode d'application de cette chaleur. Ce moyen, qui n'avait point encore été indiqué, consiste à accumuler ces gaz par l'intermédiaire d'un exhausteur dans un gazomètre, pour les débiter ensuite à volonté avec l'intensité requise par l'opération, et obtenir instantanément les températures nécessaires aux effets que l'on veut produire.

» La pratique de ce procédé, combiné avec le système décrit de carbonisation au gaz, conduit à un prix de revient pour la fonte au bois, et en ne tenant point compte de l'acide acétique produit, de moins de 60 francs la tonne, et pour l'acier et le fer en rails de moins de 100 francs la tonne, résultat auquel il faut ajouter la valeur de l'acide obtenu.

» Les expériences ont mis dans une évidence complète un certain nombre de points nouveaux, parmi lesquels on peut remarquer les suivants :

» 1° La théorie de la réduction de la silice et de la combinaison du silicium avec le fer dans le haut fourneau;

» 2° Une limite maximum, qui n'atteint pas 1000 degrés centigrades pour la température de la décomposition du carbonate de chaux;

» 3° La condition nécessaire à la marche de tout haut fourneau : cette condition est que chaque charge fournisse seule à toutes les consommations de chaleur exigée par son traitement;

» 4° La détermination des limites maximum et minimum : 1° de la température de combustion complète du carbone à la tuyère; 2° de la tem-

pérature moyenne de sortie des matières qui en résultent; 3° de la température du tronçon de la colonne gazeuse afférente à une charge après la conversion en oxyde de carbone de l'acide carbonique formé devant la tuyère; enfin la détermination des températures et des modifications de la charge et du tronçon gazeux à toutes leurs positions au moyen des coefficients d'accroissement de caloricité par 100 degrés, soit de la fonte, soit du fer, soit des matières des laitiers;

» 5° La cause générale des transformations des corps, de laquelle cause la cémentation, l'oxydation et la réduction ne sont que des effets particuliers;

» 6° Les principes qui régissent l'emploi d'une ou de plusieurs tuyères dans le haut fourneau;

» 7° La théorie de l'emploi de l'air chaud dans le haut fourneau; le fait d'une consommation de combustible plus grande à l'air chaud qu'à l'air froid, contrairement à l'opinion généralement accréditée, et la raison de ce fait;

» 8° Les consommations respectives de chaleur par la fonte et par les laitiers dans le traitement au haut fourneau et dans le four à réverbère;

» 9° L'insuffisance absolue des analyses d'une partie aliquote de la colonne gazeuse, soit pour déterminer la composition de cette colonne gazeuse, soit pour apprécier les réactions qui ont lieu dans ces foyers métallurgiques.

» Enfin, en considérant l'ensemble des deux questions traitées, la comparaison des procédés anciens avec les procédés nouveaux conduit aux conclusions suivantes :

» 1° Les procédés actuels de carbonisation et d'emploi du combustible pour la fabrication du fer ou de l'acier entraînent ensemble une perte minimum de 90 pour 100 du combustible employé, et une consommation équivalente à $779^{\text{kil}},129$ de charbon pour 100 kilogrammes de fer ou d'acier obtenu, sans aucune compensation;

» 2° Les procédés nouveaux de carbonisation et d'emploi du combustible pour la fabrication du fer ou de l'acier n'occasionnent aucune perte de combustible, si ce n'est celles, relativement légères et communes à tous les systèmes, qui sont dues au rayonnement et à la chaleur sensible emportée par les produits stériles ou utiles de la fabrication; ils n'exigent qu'une consommation maximum de 150 kilogrammes de charbon pour 100 kilogrammes de fer ou d'acier obtenu; enfin ils donnent lieu à des produits accessoires dont la valeur nette au cours des dix dernières années représente à elle seule une partie considérable de la dépense. »

M. Lailler adresse un Mémoire relatif à la « Recherche du sucre dans les urines des aliénés ».

(Commissaires : MM. Cl. Bernard, Longet.)

M. Boussinesq adresse une Lettre relative aux Mémoires qu'il a présentés à l'Académie, sur diverses questions de Physique mathématique.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Manger adresse un complément à son Mémoire précédent « Sur le feu grisou ».

(Commissaires précédemment nommés : MM. Regnault, Combes.)

CORRESPONDANCE.

M. Richard (du Cantal) adresse une Notice sur ses titres scientifiques.

Cette Notice sera renvoyée à la Section d'Économie rurale.

PHYSIQUE. — *Dialyse des courants d'induction*. Troisième Note de **M. Ém. Bouchotte**, présentée par M. Edm. Becquerel.

« Nous avons établi par une Note précédente (1), que le voltamètre dialyseur intervient assez énergiquement dans les circuits magnéto-électriques, pour fournir une force électro-motrice équivalente aux $\frac{50}{135}$, c'est-à-dire à 37 pour 100 de celle que possède l'appareil d'induction muni d'un commutateur.

» Ce résultat démontre que l'on utilise seulement 74 pour 100 de l'action de l'une des séries de courants.

» Il est donc intéressant de rechercher par quelles causes les effets de cette série de courants sont partiellement neutralisés. On arrive, en premier lieu, à penser que le dialyseur n'oppose point une résistance absolue au passage du courant qui va de la tige de platine au liquide, dans le voltamètre; qu'ainsi, l'intensité apparente provient d'une différence d'action du travail alternatif fourni par le système magnéto-électrique, différence qui peut être représentée par $100 - 26 = 74$, dans les conditions où l'on se trouve placé ici.

(1) *Comptes rendus*, 9 décembre 1867.

» On s'attache d'autant plus fortement à cette interprétation du phénomène de la séparation des courants induits, que M. Edm. Becquerel a reconnu, il y a de cela déjà quinze ans, que si des gaz élevés à une haute température servent à la fermeture du circuit voltaïque, la résistance du système dépend de la direction qu'on imprime à la force électro-motrice; or on sait que nos électrodes à gaîne lumineuse sont entourés d'une atmosphère gazeuse que les courants doivent tous traverser.

» Les expériences suivantes sont une confirmation de ces vues.

» Nous établissons, entre deux points d'un circuit magnéto-électrique, deux dérivations qui comprennent chacune un voltamètre dialyseur. Ces dialyseurs sont orientés de sens contraire; ils ont pour liquide un chlorure terreux (chlorure de calcium, de magnésium, etc.), et leur tige de platine affleure la surface du bain. En opérant dans ces conditions, on obtient des résultats fort curieux :

» 1° Les tiges de platine présentent deux lumières très-blanches et tres-vives; c'est le signe caractéristique de la polarisation des courants.

» 2° Des voltamètres à sulfate de cuivre introduits dans les dérivations fournissent, chacun, un travail chimique; on recueille en peu d'instants des dépôts métalliques.

» 3° Ces courants partiels ainsi produits agissent sur le galvanomètre, de manière à prouver qu'ils cheminent suivant des directions opposées, tandis que dans les parties du circuit communes à tous les courants, l'influence sur l'aiguille aimantée est sensiblement nulle (elle l'est complétement, si les dialyseurs s'équilibrent bien).

» 4° Quand les dialyseurs fonctionnent avec une égale énergie, on arrive à une conséquence remarquable : les deux dérivations représentent un circuit fermé, puisque chaque section de ce circuit donne passage à une quantité d'électricité constante et de même signe.

» Ces nouvelles expériences permettent d'entrevoir un mode d'emploi avantageux des machines magnéto-électriques. Nous venons de les faire dans les ateliers de la compagnie *l'Alliance*, qui est en mesure de les répéter devant les savants qu'elles pourraient intéresser.

» Enfin, nous croyons que ces différents phénomènes de la dialyse des courants d'induction sont dignes de fixer l'attention des physiciens qui s'attachent à l'*étude de l'électricité du globe terrestre*.

» Le singulier rôle que jouent les gaz qui servent à fermer un circuit voltaïque doit tenir sa place parmi les phénomènes qui se montrent à la surface de notre planète. Les courants terrestres si puissants et si éphémères,

qui se montrent fréquemment, pourraient bien parfois prendre leur origine dans un fait de séparation accidentelle de courants induits. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur la décomposition des nitrates pendant les fermentations.* Note de **M. Th. Schlœsing**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« La communication présentée à l'Académie, dans sa dernière séance, par M. Reiset, au sujet de l'apparition accidentelle du gaz nitreux pendant la fermentation des jus de betterave, m'a remis en mémoire des faits du même ordre, dont l'analyse m'a fourni depuis longtemps l'explication. J'ai eu la satisfaction de voir mes idées confirmées par M. Pasteur, quand cet éminent observateur a prouvé que le gaz nitreux était dû à la réduction des nitrates. Toutefois, puisqu'il n'y a pas encore unanimité d'opinion sur ce sujet, je pense qu'un résumé de mes expériences ne paraîtra pas superflu.

» Un de mes prédécesseurs au laboratoire de l'École des Tabacs, M. Ch. Rey, avait constaté que du jus de tabac abandonné à la putréfaction en vase clos dégageait du protoxyde d'azote ; ce gaz était dilué dans de l'acide carbonique, et sa proportion variait selon l'espèce des tabacs. Je voulus savoir s'il ne provenait pas de la décomposition des nitrates; j'avais justement alors en main le meilleur moyen de recherche sur un tel sujet : c'était un procédé de dosage de l'acide nitrique que je venais de publier. Je répétai l'expérience de M. Rey en dosant l'acide nitrique au début et dans le cours de la putréfaction, et j'arrivai finalement à constater par des analyses précises les faits suivants :

» Les nitrates se décomposent pendant la putréfaction des jus; cette décomposition est assez rapide pour que l'analyse puisse la suivre de jour en jour. Pendant que les nitrates se décomposent, les gaz dégagés laissent, après absorption de l'acide carbonique, un résidu contenant du protoxyde d'azote; ce résidu n'en contient pas lorsque les jus sont dépourvus de nitrates, soit au début de l'expérience, soit après un certain temps, quand ces sels ont disparu. Ainsi, pendant la putréfaction du jus de tabac, il y a corrélation entre la destruction des nitrates et l'apparition du protoxyde d'azote : l'un des deux phénomènes ne se produit pas sans l'autre.

» J'étendis ces résultats à d'autres substances :

» De l'urine commençant à se putréfier reçut du nitre et fut mise dans un flacon muni d'un tube à dégagement; je recueillis du protoxyde et du bioxyde d'azote.

» Mêmes résultats avec l'eau sucrée, pendant la fermentation lactique. Dans deux grands vases, je mis pareilles proportions d'eau, de sucre, de fromage blanc; l'un des deux reçut du nitrate de potasse. Pendant la fermentation j'ajoutai, par des tubes plongeant dans les liquides, du bicarbonate de soude. Les gaz dégagés du vase qui ne contenait pas de nitre consistèrent, comme cela devait être, en acide carbonique et hydrogène; ceux de l'autre vase étaient un mélange d'acide carbonique, d'azote, de protoxyde et de bioxyde d'azote; ils ne contenaient pas d'hydrogène.

» Des feuilles d'herbes fraîches, des racines laissées à l'air libre dans des dissolutions étendues d'un nitrate, décomposaient l'acide nitrique lorsque la putréfaction était annoncée par l'odeur des liquides.

» Il me semble, après cela, qu'il n'est guère contestable que le gaz nitreux observé dans les décompositions putrides, j'ai presque dit dans les fermentations alcooliques qui tournent mal, ne provienne de la destruction des nitrates.

» Voici maintenant un complément intéressant des observations précédentes, qui vient à l'appui des conseils que M. Reiset donne aux fabricants d'alcool de betterave.

» Dans mes expériences, la décomposition des nitrates n'a jamais été observée tant que les liqueurs demeuraient acides; dès qu'elles devenaient neutres ou alcalines, la décomposition commençait et se développait souvent avec une telle activité, que tout le nitre ajouté à dessein disparaissait en quelques jours. Je prenais, par exemple, du jus de tabac, naturellement acide. Les nitrates demeuraient intacts jusqu'au moment où le jus devenait alcalin, soit par le fait d'une destruction partielle des acides organiques, soit par celui d'une production d'ammoniaque; mais dès lors leur proportion diminuait graduellement. Ajoutais-je quelques gouttes d'acide acétique, tout juste assez pour produire une réaction acide, la proportion redevenait constante jusqu'à réapparition de la réaction alcaline. Je prenais encore du même jus et je maintenais sa réaction légèrement acide par l'addition journalière de quelques gouttes d'acide acétique : bien que la décomposition des matières organiques fût évidente, les nitrates résistaient, et leur quantité n'avait pas subi la moindre diminution après deux mois, au bout desquels j'abandonnais ces sortes d'expériences.

» Pour expliquer ces derniers faits, il suffit de faire observer, d'une part, que la putréfaction se produit d'ordinaire dans des milieux neutres ou alcalins, et, d'autre part, que les matières organiques qui se putréfient deviennent des agents éminemment réducteurs. Quoi de surprenant que

les nitrates soient décomposés par des corps qui peuvent convertir les sulfates en sulfure?

» Je me garde de généraliser la condition que j'ai trouvée à la réduction des nitrates dans le jus de tabac, et de prétendre que cette réduction n'a lieu que dans les milieux neutres ou alcalins. Je dis seulement, après M. Kulmann, après M. Pasteur, que les nitrates sont décomposés au contact des matières réductrices à l'état naissant, et j'ajoute qu'un milieu neutre ou alcalin favorise singulièrement la production de semblables matières.

» Ces vues sont confirmées par le succès qu'ont obtenu les fabricants d'alcool dès qu'ils ont ajouté aux jus une proportion suffisante d'acide sulfurique. Sans nuire à la conversion du sucre en alcool, ils ont enrayé les fermentations auxquelles conviennent les milieux non acides et principalement la fermentation lactique.

» En définitive, le gaz nitreux est le signe malheureusement trop tardif que des corps capables de réduire les nitrates ont pris naissance, et que par conséquent les jus de betterave ont été envahis par des fermentations autres que la fermentation alcoolique, exclusivement recherchée. »

M. H. Fleury adresse une Note « Sur l'emploi des séries divergentes en analyse ».

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Bertrand.

A 5 heures, l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. E. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 20 janvier 1868, les ouvrages dont les titres suivent :

Premier Mémoire sur les Foraminifères du système oolithique. Étude du Fullers-earthe *de la Moselle; par* M. O. TERQUEM. Metz, 1867; br. in-8°. (Présenté par M. d'Archiac.)

Sur l'éclairage électrique; par M. le professeur Élie WARTMANN. Genève, 1853; br. in-8°. (Présenté par M. Edm. Becquerel.)

Origines de Bandol; par un Habitant de Bandol. Draguignan, 1867 br. in-8° avec planche.

Coup d'œil sur les pêcheries en Russie; par M. C. DANILEWSKI. Paris, sans date; br. grand in-8°.

Catalogue spécial de la section russe à l'Exposition universelle de Paris en 1867, *publié par la Commission impériale de Russie*. Paris, 1867; grand in-8°.

Aperçu statistique des forces productrices de la Russie; par M. DE BUSCHEN. Annexé au Catalogue spécial de la Section russe. Paris, 1867; grand in-8°.

Russie. Ministère de la guerre: Service de l'équipement et du campement des troupes et des hôpitaux militaires. Catalogue de la collection des effets dudit service présentée à l'Exposition universelle de 1867 *à Paris; par* la Commission technique. Moscou, 1867; grand in-8°.

Mémoire explicatif de la collection des substances préparées dans le laboratoire de l'Institut agricole de Saint-Pétersbourg pour l'Exposition universelle de Paris, 1867. Paris, sans date; in-4°.

Catalogue officiel de l'exposition russe à l'Exposition universelle de Paris, 1867. Saint-Pétersbourg, 1867; grand in-8°. (En langue russe.)

Resumen... *Résumé des observations météorologiques effectuées en la Péninsule, du* 1er *décembre* 1865 *au* 30 *novembre* 1866. Madrid, 1867; in-12 cartonné. (Présenté par M. Ch. Sainte-Claire Deville.)

L'Académie a reçu, dans la séance du 27 janvier 1868, les ouvrages dont les titres suivent :

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 *juillet* 1844, *publiée par les ordres de M. le Ministre de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux publics*, t. LX. Paris, 1867; in-4° avec planches.

Théorie mécanique de la chaleur; par M. R. CLAUSIUS, Correspondant de l'Institut; traduite de l'allemand par M. F. FOLIE. Paris, 1868; 1 vol. in-12.

La pêche et les poissons. Nouveau Dictionnaire général des pêches; par M. H. DE LA BLANCHÈRE; précédé d'une préface de M. Aug. DUMÉRIL. Paris, 1868; grand in-8° avec planches coloriées. (Présenté par M. Coste.)

Guide théorique et pratique du fabricant d'alcools et du distillateur. 1re partie : *Alcoolisation; par* M. N. BASSET. Paris, 1868; 1 vol. in-8° avec planches.

Annuaire scientifique publié par M. P.-P. DEHÉRAIN, 7e année, 1867. Paris, 1868; 1 vol. in-12.

Essai de physiologie générale, précédé d'une introduction et d'une lettre adressée à M. le Dr Claude Bernard; *par* M. J. GUÉRIN, 3e édition. Paris, 1868; in-8°.

Les Merveilles de la science; par M. Louis FIGUIER, 18e série. Paris, 1868; grand in-8° illustré.

L'année scientifique et industrielle; par M. Louis FIGUIER, 12e année, 1867. Paris, 1868; in-12. (Présenté par M. Edm. Becquerel).

Les perspectives de la science. Discours prononcé le 15 *décembre* 1867 *en séance solennelle de la Société académique de la Loire-Inférieure par le* Président M. Ed. DUFOUR. Nantes, 1867; br. in-8°.

Sur le procédé qu'emploient les araignées pour relier des points éloignés par un fil; par M. TERBY. Bruxelles, 1867; br. in-8° avec une planche.

Notice sur le calendrier; par M. L. AUBEL. Montluçon, 1865; in-32.

Question du Soleil. Nouveau signe des temps. Paris, 1868; br. in-4°.

Annuario... *Annuaire de l'Université de Coïmbre pour l'année* 1867-1868. Coïmbre, 1867; in-12.

Meteorologische... *Observations météorologiques de l'Observatoire de Berne, mars à mai* 1867. Sans lieu ni date; 3 brochures in-4°.

Scientific... *Éducation scientifique de nos écoles; par* Sir David BREWSTER. Édimbourg, 1867; br. in-8°.

Opining... *Discours d'ouverture de* Sir David BREWSTER, Président de la Société Royale d'Édimbourg, *prononcé le lundi* 2 *décembre* 1867. Édimbourg, 1867; br. in-8°.

(Ces deux brochures sont extraites des *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh.*)

L'Académie a reçu, dans la séance du 3 février 1868, les ouvrages dont les titres suivent :

Recueil de Rapports sur les progrès des Lettres et des Sciences en France. Rapport sur les progrès de la Chirurgie; par MM. DENONVILLIERS, NÉLATON, VELPEAU, Félix GUYON, Léon LABBÉ, publication faite sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique. Paris, 1867; 1 vol. grand in-8°. (Présenté par M. Nélaton.)

Atlas météorologique de l'Observatoire impérial, année 1866. Paris, 1867; in-folio. (Présenté par M. Le Verrier.)

Discours prononcé par M. Jules GUÉRIN, *au nom de l'Académie de Médecine, aux funérailles de* M. SERRES, *le* 25 *janvier* 1867. Paris, 1868; opuscule in-8°.

Recherches anatomiques et paléontologiques pour servir à l'histoire des Oiseaux fossiles de la France; par M. Alph.-Milne EDWARDS, livr. 10 à 14. Paris, 1867; 5 livraisons in-4°, texte et planches. (Présenté par M. Milne Edwards.)

Titres et travaux scientifiques de M. RICHARD (du Cantal). Paris, 1868; in-4°.

Les petites chroniques de la Science; par S. Henry BERTHOUD. Paris, 1868; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Em. Blanchard.)

Mémoires de la Société d'Agriculture, Sciences, Belles-Lettres et Arts d'Orléans, 2e série, t. X, n° 4. Orléans, 1867; in-8°.

Notice sur les hivers rigoureux dans l'Agenais, depuis les temps anciens jusqu'à nos jours; par M. Jules SERRET. Agen, 1868; br. in-8°.

Compte rendu des travaux de la Société médicale d'Émulation de Montpellier; par M. L.-H. DE MARTIN., 1866-1867. Montpellier, 1868; in-8°.

Nouvelles Lettres philosophiques de la Montagne (3e collection) *pour faire suite au Livre du progrès; par* M. F. ALLIOT. Bar-le-Duc, 1867; in-12.

Società... *Société royale de Naples. Actes de l'Académie des Sciences physiques et mathématiques,* t. II. Naples, 1865; 1 vol. in-4° avec planches.

Nuova... *Nouvelle anthologie des Sciences, Lettres et Arts,* 3e année, t. VII, 1er fascicule. Florence, 1868; in-8°.

Sulla... *Sur la polyédrie des faces des cristaux; par* M. A. SCACCHI. Turin, 1862; in-4° avec planches.

Della... *De la polysymétrie et du polymorphisme des cristaux; par* M. A. SCACCHI. Naples, 1865; in-4° avec planches.

Del... *Du paratartre ammonico-sodique; par* M. A. SCACCHI. Naples, 1865; in-4°.

Sulle... *Sur les combinaisons de la lithine avec les acides tartriques; par* M. A. SCACCHI. Naples, 1866; in-4°.

Prodotti... *Produits chimiques cristallisés envoyés à l'Exposition universelle de Paris; par* M. A. SCACCHI. Naples, 1867; in-4° avec une planche.

Path... *Marche de la phase totale de l'éclipse solaire du* 17-18 *août* 1868, *d'Aden au détroit de Torres.* Sans lieu ni date; opuscule in-8° avec carte. (Présenté par M. Le Verrier.)

Jahrbücher... *Annuaire de l'Observatoire central impérial et royal pour la météorologie et le magnétisme terrestre; par* MM. C. JELINECK *et* C. FRITSCH, 2e série, t. II, 1865. Vienne, 1867; in-4°.

Denkschriften... *Mémoires de l'Académie impériale des Sciences, classe des Sciences mathématiques et naturelles*, t. XXVII. Vienne, 1867; in-4° avec planches.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS DE JANVIER 1868.

Annales de Chimie et de Physique; par MM. CHEVREUL, DUMAS, PELOUZE, BOUSSINGAULT, REGNAULT; avec la collaboration de M. WURTZ; décembre 1867; in-8°.

Annales de l'Agriculture française; 30 décembre 1867 – 15 janvier 1868; in-8°.

Annales de la Propagation de la foi; janvier 1868; in-12.

Annales de la Société d'Hydrologie médicale de Paris, Comptes rendus des séances, t. XIII, 3e et 4e livraison; 1868; in-8°.

Annales des Conducteurs des Ponts et Chaussées; novembre 1867; in-8°.

Annales météorologiques de l'Observatoire de Bruxelles; 12e livraison, 1867; in-4°.

Bibliothèque universelle et Revue suisse. Genève, n° 121, 1868; in-8°.

Bulletin de l'Académie impériale de Médecine; n° 30, 1867; in-8°.

Bulletin de la Société académique d'Agriculture, Belles-Lettres, Sciences et Arts de Poitiers; nos 119 à 121, 1867; in-8°.

Bulletin de la Société d'Anthropologie de Paris; juillet à septembre 1867; in-8°.

Bulletin de la Société de l'Industrie minérale; janvier à mars 1868; in-8° avec atlas in-fol.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale; octobre et novembre 1867; in-4°.

Bulletin de la Société française de Photographie; décembre 1867; in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse; décembre 1867; in-8°.

Bulletin général de Thérapeutique; 15 et 30 janvier 1868; in-8°.

Bulletin hebdomadaire du Journal de l'Agriculture; nos 1 à 5, 1868; in-8°.

Bulletin international de l'Observatoire impérial de Paris, feuille autographiée, du 14 octobre 1867 au 31 janvier 1868; in-4°.

Bullettino meteorologico dell'Osservatorio del Collegio romano; n° 12; 1867; in-4°.

Bulletino meteorologico del R. Osservatorio di Palermo, t. III, n° 11; 1867; in-4°.

Catalogue des Brevets d'invention; n° 8, 1868; in-8°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences; n°s 1 à 4; 1er semestre 1868; in-4°.

Cosmos; n^{os} des 4, 11, 18, 25 janvier, 1er février 1868; in-8°.

Gazette des Hôpitaux; n°s 1 à 14, 1868; in-4°.

Gazette médicale de Paris; n°s 1 à 5, 1867; in-4°.

Journal d'Agriculture pratique; n°s 1 à 5, 1868; in-8°.

Journal de Chimie médicale, de Pharmacie et de Toxicologie; janvier 1868; in-8°.

Journal de la Société impériale et centrale d'Horticulture; octobre et novembre 1867; in-8°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées; novembre 1867; in-4°.

Journal de Médecine vétérinaire militaire; novembre 1867; in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; décembre 1867-janvier 1868; in-8°.

Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques; n° 36, 1867; n°s 1 à 3, 1868: in-8°.

Journal des Fabricants de Sucre; n°s 38 à 41, 1867; in-fol.

Kaiserliche... *Académie impériale des Sciences de Vienne;* n° 1er, 1868; in-8°.

L'Abeille médicale; n°s 1 à 5, 1868; in-4°.

La Guida del Popolo; n° 6, 1868; in-8°.

L'Art dentaire; n° 1er, 1868; in-12.

L'Art médical; janvier 1868; in-8°.

La Science pour tous; 13e année, n°s 5 à 9, 1868; in-4°.

Le Moniteur de la Photographie; n°s 20 et 21, 1867; in-4°.

Les Mondes..., t. XVI, n°s 1 à 5, 1868; in-8°.

Le Sud médical; janvier 1868; in-8°.

L'Imprimerie, novembre, décembre, 1867; in-4°.

Magasin pittoresque; janvier 1868; in-4°.

Monatsbericht... *Compte rendu mensuel des séances de l'Académie royale des Sciences de Prusse.* Berlin, septembre et octobre 1867; in-8°.

Monthly... *Notices mensuelles de la Société royale d'Astronomie de Londres,* t. XXVIII, n° 2, 1868; in-12.

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 FÉVRIER 1868.

PRÉSIDENCE DE M. DELAUNAY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉLECTROCHIMIE. — *Quatrième Mémoire sur les phénomènes électrocapillaires* (suite); *par* **M. Becquerel**. (Extrait.)

« J'ai montré dans mon dernier Mémoire que, lorsque l'on place entre deux lames de verre une bande de papier à filtrer, afin de faire écouler lentement la dissolution métallique mise dans la partie supérieure de l'appareil plongeant dans l'autre dissolution, on facilite les actions électrocapillaires. J'ai donné dans ce Mémoire quelques exemples de ce mode d'expérimentation; en voici d'autres qui ont d'autant plus d'intérêt que les résultats étaient inattendus.

» En imbibant seulement la bande de papier d'une dissolution de persulfate de fer très-concentrée, ne renfermant que quelques millièmes de cuivre, et plongeant les deux lames sans les pièces additionnelles dans une dissolution de monosulfure de sodium, il se dépose peu à peu du sulfure noir de fer sur le papier, puis sur le sulfure une couche excessivement mince de cuivre métallique. L'action électrocapillaire a donc pu réduire à l'état métallique en totalité des quantités de cuivre excessivement faibles. On a pu enlever aussi tout le cuivre contenu dans une dissolution de chlorure de chrome, ainsi que dans des dissolutions de cobalt et de nickel;

avec ces dernières, le cobalt et le nickel sont également amenés à l'état métallique. On a séparé également le nickel du cobalt.

» On pouvait croire que le cuivre était fourni en partie par le papier; mais on a prouvé qu'il ne pouvait en être ainsi, puisque les résultats ont été les mêmes en substituant l'asbeste au papier.

» En humectant le papier d'une dissolution de bicarbonate de soude et plongeant les lames dans une dissolution de chlorure de calcium, on a obtenu des cristaux rhomboédriques de carbonate de chaux.

» Si l'on humecte la bande de papier d'une dissolution neutre et saturée de nitrate de plomb, et que l'on fasse arriver lentement la même dissolution sur le papier par l'ouverture supérieure de l'appareil, que l'on plonge en partie dans une dissolution de bichromate de potasse, il se produit des cristaux en aiguilles de chromate de plomb sur la face extérieure de la bande de papier qui ferme latéralement l'ouverture supérieure, cristaux semblables à ceux de la nature. Le sous-chromate de fer et le chromate d'argent ont été obtenus de la même manière. On ne voit pas comment l'électricité aurait pu intervenir dans la production de ce composé, attendu que, dans la réaction du nitrate de plomb sur le bichromate de potasse, il n'y a pas de dégagement d'électricité, comme cela arrive toutes les fois qu'il se forme un composé insoluble dans la réaction de deux dissolutions l'une sur l'autre. L'action capillaire a dû néanmoins intervenir, soit en vertu d'une action lente ou de toute autre cause.

» On expose ensuite dans le Mémoire les effets électrocapillaires produits quand on substitue aux bandes de papier, dans l'appareil à lames de verre, des lames métalliques qu'on recouvre de composés métalliques insolubles humides. On se borne à rapporter ici quelques-uns des effets obtenus.

» Si l'on dépose du persulfure de fer humide sur une lame de cuivre décapée, placée entre deux lames de verre, et mastiquant les bords, pour éviter l'introduction de l'air, le sulfure de fer est décomposé peu à peu, le fer se dépose çà et là à l'état métallique sur la lame de cuivre, tandis qu'il se produit du sulfure de cuivre; le cuivre précipite donc le fer dans cette circonstance, par suite d'une plus grande affinité du soufre pour le cuivre que pour le fer. On démontre cette propriété à l'aide du galvanomètre.

» On explique dans le Mémoire comment le courant électrocapillaire peut produire les effets dont il est question.

» En opérant, dans les mêmes conditions, avec une lame de zinc et du sulfure de cuivre nouvellement préparé et humecté d'eau distillée, on obtient dans l'espace de moins d'une année, sur la lame de zinc, de l'hydrate de ce

métal en aiguilles très-fines et du sous-sulfate de cuivre. Ces effets ne peuvent avoir lieu qu'autant que l'eau distillée ne s'évapore pas, car, lorsque celle-ci a disparu, l'effet n'a plus lieu, comme il est facile de le concevoir.

» On a varié cette expérience en expérimentant avec une lame de fer et du carbonate vert de cuivre : on obtient du sesqui-oxyde de fer cristallisé, peut être même du carbonate de fer et du cuivre métallique.

» J'ai montré, dans le Mémoire, comment les actions électrocapillaires pouvaient intervenir sur la formation de différents produits en vertu d'actions lentes, par exemple sur celle des silicates terreux. Il suffit, pour cela, de faire écouler lentement sur la surface de lames de gypse, placées entre deux lames de verre, une dissolution de silicate de potasse marquant environ 10 degrés aréométriques; il se forme peu à peu sur la surface du gypse des groupes de cristaux radiés en aiguilles, avec des troncatures au sommet, et qui possèdent les propriétés physiques et chimiques de l'apophyllite, double silicate de potasse et de chaux.

» Je termine le Mémoire en rappelant les expériences que j'avais faites, il y a deux ans, à l'aide d'une assez forte pile, sur les décompositions des substances solubles, question qui avait occupé Davy en 1806 (*Annales de Chimie*, t. LXIII). A l'aide d'une pile composée d'un grand nombre de couples, en opérant avec deux lames d'or en relation avec les pôles d'une forte pile et plongeant chacune d'elles dans un vase de nature composée, rempli d'eau distillée, les deux vases communiquant ensemble au moyen d'une mèche d'asbeste, Davy était parvenu à enlever aux vases les éléments acides et alcalins qu'ils contenaient.

» J'ai démontré que cet effet n'était produit qu'autant que les lames d'or (ou au moins l'une d'elles) touchaient la surface intérieure des vases, c'est-à-dire étaient en contact avec la paroi humide, agissant comme corps conducteur. Avec cette condition, il suffit d'un petit nombre d'éléments pour obtenir le même résultat.

» Dans mon dernier Mémoire, j'ai montré que l'on opérait la décomposition d'une dissolution métallique non-seulement quand elle est séparée d'une dissolution de sulfure alcalin par un espace capillaire, mais encore quand cette séparation est faite au moyen d'un tampon de papier à filtrer, traversé par un cylindre de charbon de cornue.

» J'ai reconnu depuis qu'un simple tampon sans conducteur suffisait, et cela par la raison qu'un tampon bien tassé renferme une foule d'espaces capillaires, agissant comme corps conducteurs. »

GÉOMÉTRIE ANALYTIQUE. — *Formule donnant le volume du tétraèdre maximum, compris sous des faces de grandeurs données; par* **M. F.-V.-A. Le Besgue.**

« 1. Dans les formules suivantes a, b, c, d représentent les aires des quatre faces d'un tétraèdre ABCD; la face opposée au sommet A a pour aire a, et ainsi des autres; on suppose $a > b > c > d$ et $a < b + c + d$. On range par ordre de grandeur les sommes et différences $a \pm d$, $b \pm c$, ce qui peut se faire de deux manières :

1° $\quad b - c = e, \quad a - d = f, \quad a + d = g, \quad b + c = h;$

2° $\quad b - c = e, \quad a - d = f, \quad b + c = g, \quad a + d = h.$

Ceci posé, les formules

$$\text{(A)} \qquad \varphi(t) = \frac{1}{t}(t - e^2)(t - f^2)(t - g^2)(t - h^2),$$

$$\text{(B)} \quad \left\{ \begin{array}{l} \varphi'(t) = 3t^4 - 2(e^2 + f^2 + g^2 + h^2)t^3 \\ \qquad + (e^2f^2 + e^2g^2 + e^2h^2 + f^2g^2 + f^2h^2 + g^2h^2)t^2 \\ \qquad\qquad - e^2f^2g^2h^2 = 0, \end{array} \right.$$

autrement

$$\begin{array}{l} \varphi'(t) = t(t - e^2)(t - f^2)(t - g^2) + t(t - e^2)(t - f^2)(t - h^2) \\ \qquad + t(t - e^2)(t - g^2)(t - h^2) + t(t - f^2)(t - g^2)(t - h^2) \\ \qquad\qquad - (t - e^2)(t - f^2)(t - g^2)(t - h^2) = 0, \end{array}$$

donnent, en représentant par T le volume du tétraèdre maximum,

$$\varphi(t) = 4(3\text{T})^4,$$

la quantité t étant déterminée par l'équation (B).

» On voit de suite que l'équation (B) a d'abord une racine négative entre $-\infty$ et 0, puis trois racines positives, l'une entre e^2 et f^2, l'autre entre f^2 et g^2, la troisième entre g^2 et h^2. Comme $\varphi(t)$ doit être positif, il ne faut conserver que la racine comprise entre f^2 et g^2, les trois autres donnant $\varphi(t)$ négatif. On montrera que la racine comprise entre f^2 et g^2 est admissible, et qu'elle satisfait à la condition de maximum.

» La question est considérée ici sous le seul point de vue analytique, et ramenée à la recherche du maximum ou minimum d'une fonction

$$\varphi(tu) = \text{A} + \text{B}t + \text{C}u + \text{D}ut - ut^2 - u^2t;$$

ce qui ne présente aucune difficulté.

» **2.** Trouver le maximum ou le minimum de la fonction

$$\varphi(tu) = A + Bt + Cu + Dut - tu^2 - t^2 u,$$

quand il peut y avoir maximum ou minimum.

» On trouve

$$\frac{d\varphi}{dt} = B + Du + 2tu - u^2, \quad \frac{d\varphi}{du} = C + Dt - 2tu - t^2,$$

$$\frac{d^2\varphi}{dt^2} = -2u, \quad \frac{d^2\varphi}{du^2} = -2t, \quad \frac{d^2\varphi}{dt\,du} = D - 2t - 2u.$$

» Les équations

$$B + Du - 2tu - u^2 = 0, \quad C + Dt - 2tu - t^2 = 0$$

donnent, en prenant dans la seconde la valeur de u et la mettant dans la première, l'équation

(1) $$3t^4 - 4Dt^3 + (D^2 + 4B - 2C)t^2 - C^2 = 0;$$

et l'on trouve de même pour la fonction $\varphi(t)$

(2) $$\varphi(t) = \frac{1}{4}\,\frac{t^4 - 2Dt^3 + (D^2 + 4B - 2C)t^2 + (4A + 2CD)t + C^2}{t}.$$

Pour qu'il y ait maximum ou minimum, il faut, comme le montrent les valeurs de $\frac{d^2\varphi}{dt^2}$, $\frac{d^2\varphi}{d^2u}$, avoir t et u de même signe. Il faut avoir de plus

$$4ut - (D - 2t - 2u)^2 > 0,$$

qui se réduit à

$$-3t^4 + 2Dt^3 - C^2 = -2Dt^3 + (D^2 + 4B - 2C)t^2 - 2C^2 = M > 0.$$

Il est à remarquer que M est, au signe près, la moitié de la dérivée de l'équation

$$f(t) = 3t^4 - 4Dt^3 + (D^2 + 4B - 2C)t^2 - C^2,$$

savoir

$$12t^3 - 12Dt^2 + 2(D^2 + 4B - 2C)t,$$

multipliée par t

$$12t^4 - 12Dt^3 + 2(D^2 + 4B - 2C)t^2,$$

ou, d'après l'équation (1),

$$4Dt^3 - 2(D^2 + 4AB - 2C)t^2 + 4C^2,$$

c'est-à-dire le double de M changé de signe.

» D'après cela, la considération des courbes $y = f(t)$, $y = f'(t)$ mon-

trera, pour le cas du tétraèdre, que la racine de t comprise entre f^2 et g^2 satisfait à la condition de maximum.

» 3. Pour appliquer les formules qui précèdent au tétraèdre, il faut remarquer que l'on a quatre équations de la forme

$$a = b\cos(a, b) + c\cos(a, c) + d\cos(a, d),$$

qui conduisent à ces résultats connus

$$d^2 = a^2 + b^2 + c^2 - 2bc\cos(b, c) - 2ca\cos(c, a) - 2ab\cos(a, b),$$

$$(3)\qquad b^2 + c^2 - 2bc\cos(b, c) = a^2 + d^2 - 2ad\cos(a, d) = t,$$

$$(4)\qquad c^2 + a^2 - 2ac\cos(c, a) = b^2 + d^2 - 2bd\cos(b, d) = u,$$

$$(5)\qquad a^2 + b^2 - 2ab\cos(a, b) = c^2 + d^2 - 2cd\cos(c, d) = v,$$

$$(6)\left\{\begin{array}{l} a^2 + b^2 + c^2 + d^2 = b^2 + c^2 - 2bc\cos(b,c) + c^2 + a^2 - 2ca\cos(c, a) \\ \qquad + a^2 + b^2 - 2ab\cos(a, b) = t + u + v. \end{array}\right.$$

L'équation (3) montre que t tombe entre $(b + c)^2$ et $(b - c)^2$ et aussi entre $(a + d)^2$ et $(a - d)^2$, c'est-à-dire entre f^2 et g^2 dans les deux cas.

» Il faut encore employer la formule

$$(7)\qquad \left\{\begin{array}{l} (3\mathrm{T})^4 = 4a^2b^2c^2[1 - \cos^2(b, c) - \cos^2(c, a) - \cos^2(a, b) \\ \qquad\qquad - 2\cos(b, c)\cos(c, a)\cos(a, b)], \end{array}\right.$$

qui résulte bien simplement du produit de deux formes données au volume du parallélipipède sextuple.

» Si l'on prend les valeurs suivantes, au moyen des équations (3), (4), (5), (6),

$$2bc\cos(b, c) = b^2 + c^2 - t,\quad 2ca\cos(c, a) = a^2 + c^2 - u^2,$$
$$2ab\cos(a, b) = a^2 + b^2 - v = t + u - c^2 - d^2,$$

la substitution dans la valeur de $(3\mathrm{T})^4$ donnera

$$(3\mathrm{T})^4 = \varphi(t, u) = \mathrm{A} + \mathrm{B}t + \mathrm{C}u + \mathrm{D}tu - tu^2 - t^2u,$$

sous les conditions

$$\mathrm{A} = (c^2d^2 - a^2b^2)(a^2 + b^2 - c^2 - d^2),\quad \mathrm{B} = (a^2 - c^2)(b^2 - d^2),$$
$$\mathrm{D} = a^2 + b^2 + c^2 + d^2,\qquad \mathrm{C} = (a^2 - d^2)(b^2 - c^2).$$

Si l'on pose

$$b - c = e, \quad a - d = f, \quad a + d = g, \quad b + c = h,$$

ou encore

$$b - c = e, \quad a - d = f, \quad b + c = g, \quad a + d = h,$$

les équations (1) et (2) deviendront (A) et (B).

» Il résulte du calcul fait plus haut que la valeur de t fera connaître cos (b, c), puis celle de u en t fera connaître cos (c, a), et l'équation (6) donnera cos (a, b). Des cosinus des dièdres on peut passer aux cosinus des angles que font entre elles les arêtes, et de là aux arêtes elles-mêmes.

» 4. On aurait des formules plus simples en partant de l'équation du quatrième degré donnée par Lagrange; seulement sa discussion est moins simple que celle de l'équation (2).

» Voici le moyen de former l'équation de Lagrange.

» Posez

$$\mathrm{T} = (t^2 + a^2)(t^2 + b^2)(t^2 + c^2), \quad a^2 + b^2 + c^2 - d^2 = 2e,$$

le volume du tétraèdre étant V, vous aurez

$$\varphi(t) = \frac{9}{2}\mathrm{V}^2 = \sqrt{\mathrm{T}} - (t^3 + et) \quad (t \text{ ayant le signe de } e).$$

En égalant à zéro la dérivée de $\varphi(t)$, on a

$$\frac{\mathrm{T}'}{2\sqrt{\mathrm{T}}} = 3t^2 - e.$$

En faisant disparaître le radical on aurait l'équation de Lagrange, mais il vaut mieux le conserver; alors les formules sont rationnelles en t et assez simples.

» On peut voir diverses valeurs du volume du tétraèdre maximum dans un Mémoire de M. C.-W. Borchardt (*Mém. de l'Académie de Berlin*, 1865). On trouve dans les *Mémoires* de la même Académie, 1866, un autre Mémoire du même auteur, où la question est généralisée. Les personnes qui possèdent bien la théorie des déterminants liront avec beaucoup d'intérêt les Mémoires cités.

» *N. B.* Dans les *Nouvelles Annales de Mathématiques*, 1863, j'ai appliqué à une autre question de maximum les formules (A) et (B), et je n'ai fait qu'indiquer l'application précédente. J'avais alors pour but d'éviter la vérification de la condition de maximum donnée par le calcul différentiel, vérification bien facile d'après ce qui précède. »

THERMOCHIMIE. — *Recherches sur l'électrolyse; par* **M. P.-A. Favre** (1).

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie la suite de mes recherches thermiques sur la pile employée comme agent de décomposition. J'espère que les nouveaux résultats que je vais faire connaître donneront une idée de ce qu'on peut attendre des travaux entrepris dans cette voie pour éclairer la théorie chimique et dynamique de la pile, et qu'ils montreront une fois de plus que la calorimétrie, qui a déjà rendu de grands services à la Chimie, est appelée à en rendre de plus grands encore. Puissent ces recherches faire pressentir l'avenir réservé à la thermochimie, qui vient à peine de naître! J'espère enfin contribuer à faire comprendre l'importance du rôle de la pile dans l'étude encore si peu avancée du travail moléculaire, travail qui, mieux connu, permettra de se faire une idée plus exacte de la constitution des corps et de leur manière de réagir les uns sur les autres.

» En effet, si la balance, qui, dans les mains de Lavoisier et de ses successeurs, a servi à créer la Chimie moderne en déterminant les poids relatifs des corps qui réagissent mutuellement, est un instrument indispensable aux chimistes, le calorimètre ne lui cède pas en importance; il mesure, pèse, pour ainsi dire, la force mise en jeu dans les réactions chimiques et donne l'expression thermodynamique de la formation des corps. Il en est de même de la pile, qui dans ces réactions, presque toujours complexes, permet de suivre et de mesurer la distribution du travail moteur qu'elle développe.

» J'ai déjà décrit (*Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, t. LXIII, p. 369; 1866) l'appareil à l'aide duquel je mesure la distribution du travail moteur développé par la pile employée comme agent de ségrégation chimique; je me bornerai à rappeler sommairement les dispositions adoptées.

» Un premier calorimètre à mercure (*thermomètre à calories*), à sept moufles, mesure la chaleur qui reste confinée dans la pile qu'il renferme. Cette pile est composée de cinq couples égaux (*zinc amalgamé et platine*) qui plongent dans l'acide sulfurique suffisamment étendu. Elle occupe cinq moufles.

» La résistance physique de la pile et de l'arc interpolaire qui renferme la boussole est exprimée en longueur de mon fil de platine normal par 50 millimètres environ. J'ai cherché à rendre négligeable cette résistance

(1) L'Académie a décidé que cette communication, bien que dépassant les limites réglementaires, serait reproduite en entier au *Compte rendu*.

ainsi que la résistance de même ordre des voltamètres qui font partie de l'arc interpolaire, en interposant des rhéostats dont la résistance en fil de platine est de 500 à 6000 millimètres. Ces rhéostats sont introduits dans une éprouvette pleine d'eau et placée dans la sixième moufle du calorimètre, de sorte que toute la chaleur transportée et dépensée en dehors du calorimètre peut, par approximation, être considérée comme uniquement employée à l'électrolyse des corps.

» Un second calorimètre à mercure mesure la chaleur dégagée dans la partie du circuit placée hors du calorimètre, qui renferme la pile et le rhéostat. A cet effet, ce calorimètre reçoit, dans l'une des moufles, chacun des voltamètres successivement introduits dans le circuit voltaïque.

» Le premier calorimètre permet d'évaluer l'emprunt de chaleur fait à la pile pour électrolyser les corps.

» Le second calorimètre accuse la part de chaleur ainsi empruntée à la pile, qui, après avoir servi à l'électrolyse, est restituée par les éléments mis en liberté, lorsque, immédiatement après leur ségrégation chimique et par suite d'un phénomène essentiellement local, ces éléments se modifient en passant de l'*état naissant* (état où ils se trouvent dans les composés) à l'*état ordinaire*.

» Il est évident que la recherche de la distribution de la chaleur dans le circuit voltaïque peut exiger l'emploi d'un plus grand nombre de calorimètres.

» Je rappelle encore que, sauf la nature des lames, les voltamètres sont en tout semblables par leur forme ainsi que par la dimension et la distance de leurs lames aux couples de la pile, et que les électrolytes sont employés dans des conditions telles, que le même volume d'eau en renferme des quantités chimiquement équivalentes à la quantité d'acide sulfurique contenue dans la pile.

» Dans le calorimètre qui renferme déjà la pile et le rhéostat, et dans la septième moufle, on peut placer le voltamètre qui fait partie de l'arc interpolaire. Dans ce cas le même calorimètre renferme la totalité du circuit.

» Antérieurement déjà, j'ai cherché à transporter dans l'arc interpolaire la presque totalité de la chaleur mise en jeu dans un couple de Smée ou dans une pile composée de deux ou d'un plus grand nombre de couples de Smée égaux. Depuis longtemps j'ai, pour obtenir ce résultat, introduit dans l'arc interpolaire et hors du calorimètre qui renferme la pile, une longueur pouvant atteindre 700 millimètres de fil de platine *normal* enroulé sur le cylindre d'un rhéostat disposé *ad hoc*. Cette disposition rend presque négligeable

la résistance physique de la pile et de l'arc interpolaire qui comprend la boussole, attendu que cette résistance, exprimée en longueur de fil, n'est que de 50 millimètres environ. Je rappellerai toutefois qu'en opérant dans ces conditions, je n'ai jamais pu transporter hors de la pile plus des trois quarts environ de la chaleur qu'elle engendre. Une quantité de chaleur représentée par 6000 unités environ y reste obstinément confinée. C'est ce résultat inattendu qui, après m'avoir longtemps préoccupé, m'a porté à diriger mes recherches dans la voie où je me trouve actuellement engagé, ayant soupçonné l'existence des phénomènes secondaires qui rendent les réactions complexes.

EXPÉRIENCES.

» Considérons les nombres suivants, fournis par la réaction de l'acide sulfurique et du sulfate de cuivre sur divers métaux :

								Calories.
I. 1 équiv. de zinc,	se substituant à	1 équiv.	d'hydrogène	dans	SO^4H,	donne	19834
»	»	»	»	de cuivre	»	SO^4Cu	»	27346
»	fer	»	»	»	»	»	»	19025
»	cadmium	»	»	»	»	»	»	16265

On est conduit à admettre que :

					Calories.
II. Si le radical métalloïdique SO^4,	en se combinant à		H,	donne	x
le radical métalloïdique SO^4,	en se combinant à		Zn,	doit donner	$x + 19834$
»	»	»	Fe	»	$x + 19025 - 7512$
»	»	»	Cd	»	$x + 16265 - 7512$
»	»	»	Cu	»	$x - 7512$

» Si l'on prend pour valeur de x la chaleur correspondant à la formation d'un autre sulfate, le sulfate de cuivre par exemple, on conclura :

					Calories.
III. Que le radical SO^4,	en se combinant à		Cu,	donnant	x
le radical SO^4,	en se combinant à		Zn,	doit donner	$x + 27346$
»	»	»	Fe	»	$x + 19025$
»	»	»	Cd	»	$x + 16265$
»	»	»	H	»	$x + 7512$

Il suffira donc de trouver la valeur de x pour calculer la chaleur de formation des autres sulfates.

» Il est préférable de choisir la valeur de x en la rapportant à la formation du sulfate de cuivre plutôt qu'à celle du sulfate d'hydrogène, parce que, dans la décomposition de ce dernier sulfate, le phénomène thermique dû au métal H, mis en liberté, et qui passe de l'*état naissant* à l'*état ordi-*

naire, est accusé d'une manière bien plus prononcée que pour les autres métaux.

» La valeur de x, ainsi rapportée au sulfate de cuivre, s'obtient en cherchant la quantité de chaleur que le sulfate de cuivre emprunte à la pile pour se décomposer dans un voltamètre à lames de platine placé en dehors du calorimètre qui contient la pile et un rhéostat suffisamment résistant. Cette quantité est de 38950 calories (IV).

» Remplaçant x par sa valeur, le tableau III donne :

		Calories.
V.	$SO^4 + Cu =$	38950
	$SO^4 + Zn =$	66296
	$SO^4 + Fe =$	57975
	$SO^4 + Cd =$	55215
	$SO^4 + H =$	46462

» En faisant *l'analyse thermique* des autres sels, c'est-à-dire en les décomposant de la même manière que le sulfate de cuivre (1), j'ai obtenu les quantités inscrites dans le tableau suivant :

		Calories.
VI.	$SO^4 + Cu =$	38950
	$SO^4 + Zn =$	66040
	$SO^4 + Cd =$	54470
	$SO^4 + H =$	52242

qui se rapportent à la séparation des éléments constituants des sels pris à l'état où ils se trouvent dans ces combinaisons.

» Les trois premiers nombres, fournis directement par l'expérience, concordent d'une manière satisfaisante avec ceux du tableau précédent (V), qui ont été calculés en partant du résultat obtenu par l'électrolyse du sulfate de cuivre seul. Le nombre qui se rapporte à la formation du sulfate d'hydrogène fait seul exception, et ce n'est pas le résultat dont l'interprétation offre le moins d'intérêt.

» Si, à la quantité de chaleur dégagée pendant la formation des oxydes suivants, à l'aide de l'oxygène ordinaire,

		Calories.
VII.	$Zn + O =$	41992
	$Fe + O =$	35103
	$Cd + O =$	28925
	$Cu + O =$	18055
	$H + O =$	34462

(1) J'excepte le sulfate de fer, dont l'électrolyse présente des difficultés qui m'ont fait ajourner son étude.

on ajoute la quantité de chaleur dégagée pendant la combinaison de ces oxydes anhydres (l'oxyde de fer excepté) avec l'acide sulfurique étendu,

		Calories.	
VIII.	$SO^4H + ZnO =$	12304	
	$SO^4H + FeO =$	10872	(1)
	$SO^4H + CdO =$	14290	
	$SO^4H + CuO =$	8895	
	$SO^4H + HO =$	0	

on opère la *synthèse thermique* des sulfates de zinc, de fer, de cadmium, de cuivre et d'hydrogène, en associant leurs éléments constituants, pris à l'état ordinaire, et on obtient les nombres suivants :

				Calories.
IX.	Oxydation du	zinc et sulfatation de son oxyde	=	54296
	»	fer	» =	45975
	»	cadmium	» =	43415
	»	cuivre	» =	26950
	»	hydrogène	» =	34462

» Ces nombres sont ceux du tableau V et du tableau VI, mais plus faibles chacun de 12000 calories environ, à l'exception du nombre qui se rapporte à l'hydrogène dans le tableau VI, pour lequel la différence est de 18000 calories environ.

» Lorsqu'on place le voltamètre où s'opère la décomposition des sulfates, non plus hors du calorimètre qui contient la pile, mais à l'intérieur de la septième moufle, on obtient les nombres suivants :

X.	Électrolyse du sulfate de cuivre............	26568
	» » hydrogène.........	34204

nombres qui ne diffèrent pas de ceux qui sont inscrits au tableau précédent (IX), mais qui diffèrent beaucoup des nombres inscrits au tableau (VI), lesquels se rapportent aussi à l'électrolyse du sulfate de cuivre et du sulfate d'hydrogène.

» Si, changeant les conditions de l'expérience précédente, on place le voltamètre, non plus dans le calorimètre de la pile, mais dans un second calorimètre, on obtient des nombres qui expliquent la différence que je viens de signaler entre les résultats des expériences VI et ceux des expériences X.

(1) Voir *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXXVII, p. 405.

» Voici ces nombres :

	Chaleur empruntée à la pile et accusée par le calorimètre n° 1, qui renferme la pile et le rhéostat.	Chaleur restituée au calorimètre n° 2, (qui renferme le voltamètre) par les éléments des sels décomposés.
XI. Électrolyse du sulfate de cuivre......	38530	12445
» » d'hydrogène.	54235	20335

» Dans ces expériences (XI), la chaleur qui se dégage dans le voltamètre est accusée par le calorimètre spécial qui le renferme, tandis que dans les expériences X, cette chaleur est versée dans le calorimètre même de la pile, et s'ajoute forcément à la quantité de chaleur qui exprime le travail détruit dans la pile elle-même.

» Quelle est la cause de la restitution au calorimètre n° 2 d'une quantité de chaleur aussi considérable empruntée à la pile, chaleur dont on ne peut pas attribuer l'origine à la résistance physique du voltamètre, puisque cette résistance est presque négligeable, en raison de l'introduction dans le circuit du rhéostat suffisamment résistant placé dans l'une des moufles du calorimètre qui contient la pile?

» A quelle cause faut-il attribuer les résultats thermiques si différents dans les expériences VI, IX et X, lorsqu'on fait varier les conditions dans lesquelles on associe ou dissocie des corps de même nom?

» C'est ce que je discuterai dans un Mémoire plus étendu, dont je me borne à donner plus loin les conclusions. Je dirai seulement ici qu'il faut chercher la cause de ces différences dans l'état particulier des corps (oxygène, hydrogène, etc.) que l'on met en jeu et que l'on considère tantôt à l'*état naissant*, tantôt à l'*état ordinaire*.

» Dans les expériences où je mets en jeu une quantité de chaleur suffisante pour décomposer l'équivalent de sulfate de zinc dans un voltamètre, je n'ai pas tardé à m'apercevoir que les couples de la pile peuvent fonctionner plus ou moins comme des voltamètres, et décomposer une partie du sulfate de zinc qu'ils produisent. Aussi se dépose-t-il sur le platine une quantité de zinc, très-faible d'abord, et qui croît à mesure que la quantité de sulfate de zinc augmente dans le liquide de la pile, quantité qui remplace toujours un poids équivalent d'hydrogène, dont la formation n'est plus due à l'électrolyse. Le zinc ainsi déposé dans la pile même, et à laquelle il emprunte la chaleur nécessaire à sa séparation, se dissout immédiatement, au fur et à mesure de sa production, en restituant en place la chaleur empruntée. En effet, cette action est tout à fait locale et ne profite

pas au courant, dont l'affaiblissement est accusé par une déviation plus faible de l'aiguille de la boussole et par le ralentissement de l'action chimique.

» Lorsque les opérations se succèdent sans renouveler l'acide de la pile, la quantité de sulfate de zinc en dissolution augmente sans cesse, et l'électrolyse dont nous venons de parler est accusée de plus en plus par l'affaiblissement du courant. Il arrive même un moment où le zinc se dépose en trop grande quantité pour qu'il puisse se redissoudre immédiatement dans l'acide sulfurique de plus en plus faible, et il faut alors mettre fin à l'opération.

» Le composé SO^3 (acide sulfurique anhydre) très-pur, mis en présence d'un grand excès d'eau, dégage 18639 calories (XII). Cette donnée expérimentale et les données suivantes sont nécessaires à la discussion de l'électrolyse de l'acide sulfurique.

			Quantité d'eau exprimée en équivalents.	Calories.
XIII. Dissolution du sulfate		de zinc anhydre.....	162	9553
»	»	de cuivre anhydre...	160	8465
»	»	de cadmium anhydre.	208	5432
»	»	d'hydrogène anhydre.	110	8821
XIV. Dissolution du sulfate		de zinc cristallisé....	144	—2240
»	»	de cuivre cristallisé..	125	—1393
»	»	de cadmium cristallisé.	140	1493

» J'ai cherché à me rendre compte de l'influence que les liquides soumis à l'électrolyse exercent sur la distribution de la chaleur dans le circuit voltaïque. Pour cela, j'ai étudié cette action en ayant égard : 1° à leur degré de concentration; 2° à la distance des lames immergées; 3° à l'étendue de la surface mouillée; 4° enfin à la nature des liquides.

» Ainsi, par exemple, pour étudier l'influence du degré de concentration des liquides, j'ai opéré avec 100 centimètres cubes de liqueur contenant $101^{gr},55$ d'acide sulfurique, SO^4H, par litre, qui me servait comme terme de comparaison, et avec des volumes égaux de cette liqueur préalablement étendue de plus en plus. Je suis arrivé jusqu'à la dilution de $\frac{1}{128}$, la liqueur ne renfermant plus que $0^{gr},0793$ d'acide sulfurique, SO^4H, dans les 100 centimètres cubes employés. J'avais soin de faire suivre ou précéder les expériences faites sur l'acide plus ou moins dilué d'expériences effectuées avec l'acide servant comme terme de comparaison.

» J'ai fait varier les distances afin d'établir la part qu'il faut faire à la

chaleur produite dans le travail d'orientation des molécules de l'électrolyte au sein du liquide qui baigne les couples.

» Pour étudier l'influence qu'exerce la nature des liquides, j'ai opéré de la manière suivante :

» J'ai ralenti, autant que cela était possible, l'action chimique de la pile, en plaçant dans le calorimètre qui la contient un rhéostat très-résistant, et j'ai introduit successivement, dans la partie extérieure du circuit, les voltamètres à lames de cuivre, de cadmium ou de zinc. J'ai eu soin de faire précéder ou suivre chacune de ces expériences d'une autre, dans laquelle le voltamètre était supprimé. Dans une seconde série d'expériences, j'ai placé les voltamètres dans un second calorimètre. Enfin, dans une troisième série d'expériences, j'ai supprimé le rhéostat.

» En remplaçant la dissolution d'acide sulfurique du voltamètre à lames de platine par une dissolution équivalente d'acide azotique, et en opérant alternativement avec l'une et l'autre dissolution, j'ai trouvé que l'acide azotique emprunte pour se décomposer 1062 calories environ de moins que l'acide sulfurique, et que, par conséquent, le radical $Az\,O^6$, en se combinant à l'hydrogène ordinaire, dégage 46462 calories (chaleur de formation de l'acide sulfurique), — 1062, soit 45400 unités de chaleur.

» Qu'il me soit permis, en terminant, de présenter les considérations suivantes :

» Les expériences dont les résultats sont consignés dans mon Mémoire n'infirment en rien les conclusions que j'ai cru pouvoir tirer des résultats de mes premières expériences. (*Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. LXIII, séance du 27 août 1866, p. 369.)

» Les réactions chimiques (combinaisons ou décompositions) sont complexes, c'est-à-dire que les molécules qui sont mises en jeu subissent des modifications qui précèdent la combinaison ou qui suivent la décomposition. Ces modifications sont accusées par un phénomène d'absorption ou de dégagement de chaleur tout à fait indépendant du phénomène calorifique qui accompagne la combinaison ou la ségrégation chimique.

» Ces modifications que subissent elles-mêmes les molécules des corps encore indécomposés, et qui se révèlent par la force qu'elles mettent en jeu, expliquent l'action nécessaire de la chaleur, de la lumière et de l'électricité, comme causes déterminantes des combinaisons, par exemple, dans la formation de l'eau, de l'acide chlorhydrique, etc.

» Les oxacides ne diffèrent des hydracides que parce que le métalloïde qu'ils renferment est composé.

» Les hydracides que j'ai étudiés, et dans lesquels le métalloïde est composé, semblent constitués comme les hydracides dont le métalloïde simple appartient à la famille naturelle qui comprend le chlore, le brome et l'iode. Ils paraissent formés par la combinaison sans condensation de deux volumes de chacun des éléments constituants.

» Je fais connaître la chaleur de formation de ces acides et de quelques-uns de leurs sels.

» Les éléments constituants de ces composés ne s'y trouvent pas tels qu'on les connaît à l'état de liberté, puisqu'ils dégagent de la chaleur pour passer de l'*état naissant* à l'*état ordinaire*.

» Ce que je viens de dire de l'état des éléments constituants des composés salins peut s'appliquer à l'état des éléments constituants de l'eau et des oxydes métalliques.

» L'eau n'est pas un électrolyte, car elle ne peut pas être décomposée *directement* par le courant voltaïque le plus énergique, susceptible d'opérer *directement* la ségrégation chimique de composés bien plus stables qu'elle. Ce n'est donc pas l'hydrogène naissant qui met en liberté le métal des sels que l'eau tient en dissolution dans le voltamètre.

» En admettant que l'eau pût être décomposée par le courant voltaïque, le phénomène secondaire de réduction des sels serait inadmissible pour le sulfate de zinc, par exemple. En effet, dans le voltamètre, l'hydrogène naissant ne peut pas se substituer au zinc du sulfate de zinc, lorsque, dans la pile, c'est le phénomène contraire de substitution du zinc à l'hydrogène du sulfate d'hydrogène qui produit le courant.

» En admettant également que, contrairement à la loi de Faraday, le mouvement voltaïque pût provoquer la double électrolyse de l'eau en ses éléments simples (acide et oxyde métallique), la réduction de l'oxyde métallique par l'hydrogène naissant (pouvant à la rigueur être comprise pour l'oxyde de cuivre) est inadmissible pour l'oxyde de zinc, et, à plus forte raison, pour l'oxyde de potassium.

» L'eau constitue donc le milieu très-mobile au sein duquel l'électrolyte peut se mouvoir librement, et s'orienter conformément à l'explication que Grotthus a donnée du transport aux deux pôles. Cette eau ne peut être décomposée (*d'une manière indirecte*) par la pile qu'au cas où la tension de celle-ci devient assez forte pour permettre au courant de traverser l'espace qui sépare les électrodes, et d'élever assez la température de l'eau pour

reproduire les conditions de l'expérience de Grove, relative à sa décomposition par le platine incandescent.

» Il semble que l'action chimique qui se produit dans la pile et qui met en jeu les molécules constituantes des composés salins, engendre dans le circuit un mouvement très-simple qui ne peut se transmettre qu'aux molécules constituantes des composés du même ordre. Ainsi, la décomposition chimique de ces composés peut se produire lorsqu'on multiplie assez le nombre des couples pour que le mouvement voltaïque développé acquière une amplitude suffisante pour porter les molécules constituantes en dehors de leur sphère d'activité.

» Ainsi l'acide azotique, qui ne peut pas être désoxygéné *directement* dans le circuit voltaïque (auquel il n'aurait cependant pas besoin d'emprunter pour cela une grande quantité de chaleur) se décompose *directement* avec emprunt d'une quantité de chaleur bien plus considérable; mais c'est comme composé salin, c'est-à-dire avec séparation du métalloïde, AzO^6, et du métal H.

» J'ai montré qu'une pression d'environ 85 atmosphères ne s'oppose pas à l'action décomposante du courant (1).

» La déviation de l'aiguille de la boussole des tangentes, ainsi que la durée des opérations, peuvent bien faire connaître la quantité d'action chimique qui s'exerce dans chaque couple, dans des temps égaux; mais c'est le calorimètre seul qui fait connaître la quantité de chaleur mise en jeu dans la pile, quantité de chaleur qui, dans le même temps et pour une même déviation de l'aiguille, croît avec le nombre des couples. L'emploi de plusieurs calorimètres recevant la pile et les diverses parties de l'arc interpolaire permet de mesurer la distribution dans le circuit voltaïque du travail moteur développé par la pile, et de faire la part des réactions complexes.

» Si donc on veut bien admettre que la boussole mesure le *nombre des vibrations électrodynamiques* dans le circuit voltaïque, on est conduit à admettre que le calorimètre mesure *l'amplitude et la vitesse de ces vibrations*.

» Les radicaux métalloïdiques composés, ou bien décomposent l'eau en sens inverse des métaux alcalins pour se combiner avec son hydrogène et reproduire ainsi l'acide décomposé, ou bien encore se décomposent en

(1) *Recherches sur l'influence de la pression sur quelques phénomènes physiques et chimiques.* (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LI, p. 827 et 1027.)

oxygène qui se dégage et en un corps (tel que SO^3, pour le radical SO^4) qui se combine à l'eau pour reproduire également l'acide décomposé.

» Connaissant la chaleur de formation de l'acide sulfurique étendu en partant du soufre (1), du composé SO^3, et du radical métalloïdique composé, SO^4, il est facile de calculer la chaleur de formation des deux derniers composés.

» Dans un couple de Smée, placé dans le calorimètre, une partie considérable de la chaleur, mise en jeu par l'action chimique, reste forcément confinée dans le calorimètre, et ne peut pas être dépensée dans l'arc interpolaire pour produire un travail utile. Cette quantité de chaleur représentée par 6000 calories environ, et qui reste confinée dans la pile, est produite par le passage de l'hydrogène de l'*état naissant* à l'*état ordinaire*.

» Nous ferons la même remarque à l'égard de la pile formée avec des couples de Smée ; seulement, à cette première quantité de chaleur, forcément perdue pour le travail utile, il faut en ajouter une seconde qui se perd accidentellement dans les couples mêmes où elle est engendrée, et où elle est employée à l'électrolyse partielle du sulfate de zinc qui y prend naissance.

» La quantité de chaleur qui reste confinée dans la pile et qui est représentée par 6000 calories environ, serait sans doute plus élevée si l'hydrogène naissant, devenu de l'hydrogène ordinaire, ne passait pas à l'état gazeux.

» Cette quantité de chaleur, qu'il est impossible de transporter hors de la pile, ne peut pas être attribuée à la dissolution dans l'eau du sulfate de zinc anhydre (XIII) qui se formerait directement dans la pile, car, s'il en était ainsi, la quantité de chaleur qui resterait confinée serait représentée par 9553 au lieu de 6000 calories. Bien plus, si l'on veut admettre que l'hydratation du sulfate de zinc et sa dissolution complète constituent un phénomène à part et complétement indépendant des phénomènes qui se produisent directement dans le circuit voltaïque, il faut bien admettre que le phénomène inverse de déshydratation du sulfate d'hydrogène (XIII) qui absorberait 8821 calories se produit avec la même indépendance; d'où il résulterait que la quantité de chaleur qui resterait confinée dans la pile ne serait plus égale à 6000 environ, mais bien à 9553 — 8821, soit 732 calories.

» A l'égard de la quantité de chaleur que peut réclamer le travail d'orientation des molécules de l'électrolyte, elle est si faible, qu'on peut la négliger.

---

(1) *Recherches thermochimiques sur les combinaisons en proportions multiples.* (*Thèse*, 1853, et *Journal de Pharmacie et de Chimie*, 3e série, t. XXIV, p. 241, 311 et 412; 1853.)

» La concentration des liqueurs, leur nature, la distance des lames métalliques qui y sont plongées, n'exercent pas une influence considérable sur la distribution de la chaleur dans le circuit, et ne modifient pas, par conséquent, sa résistance d'une manière très-notable. L'influence de l'étendue de la surface des lames immergées semble plus prononcée. Bien que je ne sois pas en mesure de faire connaître aujourd'hui tous les résultats de mes expériences, je crois pouvoir conclure en terminant que :

» *Les phénomènes accomplis dans les couples, et les actions produites dans le circuit interpolaire, peuvent être complétement expliqués par le calcul des forces vives détruites et du travail moteur développé.* »

RAPPORTS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Rapport sur un troisième et un quatrième Mémoires relatifs à l'écoulement des solides, présentés par* M. Tresca, *professeur au Conservatoire des Arts et Métiers.*

(Commissaires : MM. Combes, Delaunay, Morin rapporteur.)

« Les deux Mémoires que l'Académie nous a chargés d'examiner contiennent la suite des recherches que M. Tresca a entreprises sur la manière dont les pressions extérieures exercées sur les solides, renfermés ou non dans des enveloppes résistantes, se répartissent dans leur masse, et sur les mouvements d'écoulement qu'elles déterminent.

» L'auteur, par la production de résultats d'expériences nombreuses, ainsi que par la discussion théorique des mouvements géométriques qui se manifestent, avait déjà jeté un grand jour sur ces questions, aussi nouvelles qu'importantes pour l'étude de la constitution et des actions moléculaires des corps, et presque complétement restées jusqu'ici dans le domaine de l'hypothèse.

» S'appuyant sur ses observations, il avait déjà signalé l'analogie, on pourrait même dire l'identité, qui existe entre les phénomènes de l'écoulement des liquides et les mouvements que des pressions énergiques déterminent dans les solides. Les deux Mémoires qui font suite à ces premiers travaux ont principalement pour objet de rendre visibles à l'œil la nature et la marche de ces mouvements intestins des molécules, qui, dans les liquides, ne se manifestent guère que par les apparences extérieures, tandis que le mode ingénieux d'investigation qu'il a adopté a permis à l'auteur d'en démêler les lois, et d'en montrer les effets dans tout l'intérieur des

masses comprimées, par la conservation permanente des déformations produites.

» Dans son troisième Mémoire, en s'attachant à varier, dans des limites étendues, les dispositions, les formes et les proportions des orifices par lesquels il obligeait les solides à sortir de l'enveloppe qui les contenait, M. Tresca s'est rapproché, dans certains cas, des circonstances de l'écoulement des liquides, observées par les hydrauliciens, et il a pu montrer ainsi quelles étaient les causes, encore si peu connues, de la torsion et du renversement de certaines veines fluides, et jeter, par ses observations sur les solides, du jour sur une des questions les plus obscures de l'hydraulique; fournissant encore par là un exemple remarquable de la généralité des lois qui président à la constitution moléculaire des corps à tous les états.

» Pour mettre en évidence les mouvements divers que produisent les pressions extérieures, selon les dispositions, le nombre et les proportions des orifices, l'auteur les a successivement examinés dans les différents cas suivants :

» 1° Écoulement indéfini d'un bloc cylindrique par un orifice circulaire concentrique;

» 2° Écoulement d'un bloc cylindrique par un orifice polygonal concentrique;

» 3° Écoulement d'un bloc cylindrique par un orifice circulaire excentré;

» 4° Écoulement d'un bloc cylindrique par plusieurs orifices;

» 5° Écoulement d'un bloc cylindrique par un orifice latéral circulaire;

» 6° Écoulement d'un bloc cylindrique par un orifice latéral circulaire ou carré.

» En même temps que les résultats de ces expériences jetaient du jour sur les circonstances immédiates de l'écoulement, ils ont aussi pu servir à rendre compte des mouvements moléculaires produits dans un grand nombre d'opérations industrielles, et s'appliquer ensuite directement aux effets du laminage, de la forge, du poinçonnage et du rabotage.

» Sans entrer ici dans un examen détaillé, trop difficile à suivre à la simple lecture d'un Rapport, nous nous bornerons à dire que l'ensemble des faits observés a d'abord conduit M. Tresca à cette conséquence évidente pour les gaz et pour les liquides, mais neuve pour les solides, que « toute pression exercée sur un point quelconque d'un corps se transmet » dans l'intérieur de la masse et tend à y déterminer un écoulement qui

» se propage de proche en proche, et qui se produit nécessairement dans
» le sens où les obstacles à la réalisation de cet écoulement sont les
» moindres. »

» A cette conséquence, il convient d'ajouter que, dans les expériences faites sur un bloc cylindrique et dans lesquelles l'écoulement avait lieu par des orifices circulaires excentrés, par des orifices circulaires multiples et inégaux, ou enfin par des orifices polygonaux, la forme et les dimensions du jet sont toujours influencées par cette disposition, de telle manière que la matière afflue et s'écoule en plus grande proportion du côté où, à l'intérieur, elle est le plus abondante.

» Dans le cas particulier des orifices polygonaux, les molécules sont animées de deux mouvements, l'un dirigé vers l'orifice ou l'axe du jet, et l'autre dirigé vers le centre et perpendiculaire à l'axe : ce qui explique les mouvements de torsion que manifeste l'apparence extérieure des veines solides ou fluides dont l'équilibre instable peut être troublé par la moindre différence de pression ou de vitesse.

» Cette transmission intestine des pressions et les déplacements qu'elle produit de proche en proche dans des masses solides renfermées dans des enveloppes résistantes, lorsqu'elle a lieu dans des corps ductiles, détermine alors, comme l'Académie a pu le voir par de nombreux exemples, des jets continus, dont M. Tresca a étudié la génération dans tous les détails : mais elle explique aussi pour les corps grenus, dont l'élasticité est altérée et la cohésion détruite, la pulvérisation intérieure, la réduction en fragments plus ou moins réguliers, observées, mais non expliquées, il y a déjà de longues années par Coulomb et par tous les physiciens qui ont fait des expériences sur la résistance des pierres et des autres matériaux de construction. Elle permet aussi de se rendre compte d'une manière générale des ruptures remarquables, que déterminent dans des cubes, dans des sphères de pierre ou de fonte, le choc des boulets, qui n'agissent que par un impact d'une petite étendue.

» Nous ne saurions douter que, dans la suite de ces recherches, l'auteur, abordant ce cas particulier de la question, n'arrive à mettre en évidence les lois mathématiques de ces phénomènes, dont nous ne connaissons encore que l'ensemble général.

» Déjà, passant des effets observés sur des corps mous et ductiles, tels que le plomb, à l'aide de la presse hydraulique, à ceux que produit le choc d'un marteau à vapeur du poids de 12000 kilogrammes, sur des cylindres de fer forgé de 15 centimètres de diamètre et de 5 centimètres d'épaisseur,

obligés de s'écouler par un orifice de 48 millimètres de diamètre, M. Tresca a montré que, dans tous les cas, les résultats étaient soumis aux mêmes lois.

» Quoiqu'il ne puisse entrer dans le cadre d'un Rapport, ainsi que nous l'avons déjà dit, d'examiner, même rapidement, les divers résultats de ces expériences, nous croyons devoir appeler un moment l'attention de l'Académie sur ceux qu'a offerts l'écoulement d'un bloc composé de couches de plomb concentriques par un orifice carré de 17 millimètres de côté.

» L'auteur a constaté « qu'en faisant, dans le jet ainsi obtenu, des sec-
» tions normales à sa direction, les tubes extérieurs plus minces avaient
» pour sections transversales des polygones de même nombre de côtés que
» celui de l'orifice, mais que les sommets de ces polygones s'effaçaient de
» plus en plus à mesure que l'on examinait les tubes les plus éloignés de la
» surface, et que ces sommets étaient, dans le voisinage de l'axe, remplacés
» par des contours arrondis. »

» Or ces faits, remarqués sur un jet solide, formé de couches parallèles de plomb, ont été observés et signalés pour les liquides par M. Bazin, lorsqu'il a étudié avec tant de soins les lois de la répartition des vitesses dans les sections transversales des canaux. Quoique dans un cas il ne s'agisse que du déplacement géométrique des molécules, tandis que dans l'autre il est question de la répartition des vitesses, n'est-il pas permis de signaler encore ici une grande analogie dans les effets?

» Cette transformation graduelle du profil des différentes couches qui constituent les jets, est encore bien plus marquée dans ceux qui s'écoulent par des orifices latéraux, circulaires ou carrés, placés à une certaine distance du fond de l'enveloppe du bloc, et l'identité de ces veines solides avec les profils des veines liquides observés par M. Bazin y apparaît avec un caractère encore plus marqué, s'il est possible.

» Enfin, dans ces derniers jets, on voit se produire des mouvements de convergence des molécules qui, de tous côtés, affluent vers l'orifice en obéissant aux pressions qui, de la partie supérieure du bloc, se propagent dans toute la masse, et déterminent ce que, pour les liquides, on a nommé *la contraction de la veine*.

» Si, des effets produits dans le sens même de l'écoulement, on passe à ceux qui ont lieu dans celui des couches horizontales, dont certains blocs ont été formés, on reconnaît, par les déformations successives qu'elles ont subies, que ces couches, énergiquement pressées, après avoir cédé, en s'éten-

dant dans le sens de leurs plans, ayant rencontré les parois de l'enveloppe, ont éprouvé de la part de celles-ci une réaction, sous l'action de laquelle chacun de leurs diamètres s'est trouvé dans les conditions d'un solide comprimé dans le sens de sa longueur, et a dû prendre, en obéissant à ces réactions, le profil d'une courbure sinusoïde analogue à celle qui s'observe sur des tiges isolées soumises à des efforts de compression.

» L'observation de ces courbures a servi de point de départ à M. Tresca pour établir une théorie mathématique des déformations des plaques, qui fera la matière d'un Mémoire qu'il se propose de soumettre prochainement au jugement de l'Académie, et qu'il n'a pas cru devoir comprendre dans ceux-ci, étant, comme nous l'avons dit, consacrés uniquement à la partie descriptive, physique et géométrique des effets observés.

» L'examen dans lequel nous venons d'entrer sur quelques-uns seulement des résultats d'observation, si curieux, consignés dans le troisième Mémoire de M. Tresca, suffira sans doute à l'Académie pour apprécier toute l'importance de cette partie de ses recherches, et le jour nouveau qu'elles jettent sur la propagation et les effets des pressions dans l'intérieur des masses solides et de tous les corps en général. On ne saurait se refuser à reconnaître que de semblables observations, où tous les effets sont reproduits et consignés d'une manière permanente par les molécules elles-mêmes, ne puissent servir, dans un avenir prochain, à étendre beaucoup le cercle de nos connaissances sur les actions moléculaires. L'auteur, du reste, en fournira bientôt la preuve par les recherches analytiques qu'il a entreprises pour découvrir les lois géométriques et mécaniques des mouvements qu'il a constatés et signalés dans ce Mémoire.

» Dans le quatrième Mémoire soumis au jugement de l'Académie, M. Tresca s'est proposé de rechercher et de mettre en évidence les effets de déplacement qu'éprouvent les molécules des corps solides résistants et ductiles, comme le fer, sous l'action des appareils variés qu'emploie l'industrie, tels que les laminoirs et les marteaux de différentes sortes.

» Ces déplacements, toujours dus à des forces extérieures, présentent en effet la plus grande analogie avec les phénomènes d'écoulement des corps solides, déjà observés par l'auteur, et de leur examen attentif devaient sortir à la fois la confirmation et la généralisation des conclusions tirées des expériences faites sur des corps plus mous ou plus ductiles, et des indications propres à expliquer les motifs qui ont guidé les praticiens dans l'adoption de certains procédés, ainsi qu'à établir quelques règles dont l'industrie métallurgique pourrait tirer parti pour réaliser de nouveaux progrès.

» Procédant d'abord à des observations de détail sur les effets que produisent des compressions ou des chocs plus ou moins énergiques exercés à la surface extérieure des corps, et sur leur propagation à l'intérieur, M. Tresca montre, par de nombreux exemples bien choisis, que l'étirage longitudinal des masses de fer passées entre les surfaces des laminoirs cylindriques est un véritable écoulement déterminé par la compression des cylindres sur la matière entraînée par le frottement exercé à ses surfaces supérieure et inférieure. Il fait voir pourquoi l'élargissement dans le sens transversal est à peine sensible pour des plaques isolées, et ne se manifeste sur le bord des paquets préparés pour le corroyage que pour les couches médianes, tandis que les parties supérieure et inférieure, retenues dans leur expansion par le frottement, conservent leurs dimensions. Ces effets sont assez notables pour exiger dans certains cas l'emploi de laminoirs à plusieurs jeux de cylindres, à axes respectivement perpendiculaires, ainsi que cela se pratique pour la fabrication des plaques de blindage des navires cuirassés.

» En faisant varier le rapport de l'écartement des cylindres à l'épaisseur des pièces à étirer, on modifie très-notablement les circonstances de l'étirage, que l'on peut ainsi rendre général pour toute la masse ou plus ou moins particulier aux molécules voisines des surfaces. Ces effets ont été rendus très-sensibles en opérant sur des cylindres composés de couches concentriques et distinctes, mais ils se produisent aussi à un certain degré sur des solides pleins. On conçoit de suite que ces observations peuvent être mises à profit dans certaines fabrications de doublage ou de placage des métaux.

» Les opérations de la forge présentent une variété si grande, que, pour se rendre compte de leurs effets, il était nécessaire d'en faire une étude spéciale. Si l'on se reporte aux considérations déjà exposées, il est facile de concevoir que l'action du marteau sur une matière ductile n'étant en réalité qu'une transmission du travail qui détermine des pressions variables avec les chemins décrits par les points choqués par la panne de l'outil sur une certaine étendue de la surface du corps, elle doit produire autour de cette étendue un déplacement, un écoulement des molécules qui, commençant d'abord sur ses contours, se propage plus ou moins à l'intérieur, suivant l'intensité des coups, le poids du marteau, le poli de sa surface, les dimensions et l'état de la masse, etc.

» Toutes ces considérations ont été étudiées avec le plus grand soin dans le Mémoire de l'auteur, qui a montré par de nombreux exemples comment,

dans certains cas, l'étirage produit par la forge peut être limité aux surfaces ou être étendu à la masse entière.

» Il a mis de même en évidence les effets si variés qui se produisent dans le forgeage à l'étampe, dont nos habiles métallurgistes font aujourd'hui un si grand et si heureux usage.

» L'étude et la manifestation des déplacements moléculaires qui se produisent dans les opérations de grosse forge étaient évidemment un des points les plus intéressants des applications à l'industrie, dont l'auteur devait se préoccuper. Mais une difficulté assez grande se présentait tout d'abord pour reconnaître et rendre visibles à l'œil les déplacements relatifs des molécules d'une masse en apparence homogène dans toutes ses parties, telle qu'un bloc ou une pièce quelconque de fer. Fort heureusement cette homogénéité n'existe pas en réalité, et, depuis leur sortie du creuset de forge ou du four à pudler, qu'elles aient été ou non formées par le travail d'une seule loupe ou par le corroyage plus ou moins répété de mises successives passées au four à souder, au laminoir ou sous des marteaux puissants, les pièces de forge contiennent toujours une partie des matières étrangères avec lesquelles leurs molécules étaient en contact dans le haut fourneau. Ces matières étrangères, comme l'a fort justement remarqué l'auteur, participent, dans les déformations successives auxquelles le même massiau de fer est soumis, aux mouvements déterminés dans la masse. Plus ou moins oxydés par le contact de l'air, ou divers même par leur nature, ces éléments sont susceptibles d'éprouver, sous l'action de certains réactifs, des modifications qui les rendent apparents et distincts les uns des autres. On sait que c'est par des procédés analogues, et même par des différences naturelles dans les matières employées, que les fabricants d'armes blanches, d'armes à feu et autres industriels mettent en évidence les aspects variés et souvent artistiques qu'ils savent produire.

» Pour obtenir d'une manière nette et permanente ces indices nécessaires à ses recherches, M. Tresca, après avoir fait raboter, limer, polir finement et laver à l'éther les sections des pièces qu'il voulait étudier, les a fait plonger dans une dissolution de bichlorure de mercure, et ensuite laver à l'eau pure, dès qu'il a vu apparaître les premiers indices d'oxydation.

» On y reconnaît alors des traces colorées qui manifestent tous les déplacements relatifs qu'ont éprouvés les molécules, et qu'un vernissage suffit pour rendre permanentes.

» L'Académie a pu juger, par les échantillons mis sous ses yeux, de la

netteté et de l'utilité de ces indications pour l'étude des divers effets que produisent les opérations du laminage et de la forge.

» Le martelage par compression longitudinale, ou ce qu'on nomme le forgeage par refoulement, a donné des résultats non moins caractéristiques et variés, selon que la pièce forgée est ou non maintenue dans des étampes. Dans tous les cas, les considérations développées par l'auteur sur la répartition, la transmission et la déperdition graduelle des pressions ont été élucidées et justifiées à l'aide d'exemples aussi nombreux que concluants. Pour ceux où le solide refoulé était libre à l'extérieur, on retrouve encore, dans les coupes longitudinales, les profils des courbes de forme sinusoïde des supports comprimés par leurs extrémités, déjà signalées dans l'écoulement des blocs de plomb renfermés dans des enveloppes résistantes, ce qui montre une fois de plus l'analogie de tous les effets produits dans ces expériences.

» Il nous serait impossible d'entrer dans les détails d'un examen plus étendu des nombreuses applications que M. Tresca a faites des principes qu'il a déduits de ses premières recherches; nous nous bornerons à dire que, plus il a varié les conditions de ses expériences, plus il y a trouvé la confirmation de cette première et principale conclusion, qu'il énonce en ces termes :

« Lorsqu'un solide se déforme sous l'influence d'actions extérieures, » cette déformation peut être considérée comme le résultat d'un écoule» ment qui a lieu dans la masse même du solide, à partir des points les » plus pressés et dans la direction où les obstacles à cet écoulement sont » les moindres. »

» Toutes les autres conclusions de ses études sont des corollaires de celle-ci, qui lui sert de base pour la théorie mathématique et mécanique de ces phénomènes, qu'il se propose de soumettre incessamment à l'Académie.

» Pensant que les détails descriptifs et la discussion des effets observés par M. Tresca, contenus dans son troisième et dans son quatrième Mémoire, jettent, comme ses précédentes études, un jour nouveau sur la délicate question de la transmission des pressions et des mouvements dans les corps solides, et sur l'uniformité de constitution moléculaire de tous les corps, votre Commission vous propose d'ordonner l'insertion de ces deux Mémoires dans le *Recueil des Savants étrangers*. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Les poêles en fonte exercent-ils une influence funeste sur la santé publique?* Note de **M. Michaud.**

(Renvoi à la Commission nommée spécialement pour l'examen de cette question, Commission qui se compose de MM. Payen, Morin, Fremy, H. Sainte-Claire Deville, Bussy, Cl. Bernard.)

« Le 4 mai 1865, j'ai eu l'honneur d'envoyer à l'Académie des Sciences : 1° un Mémoire en réponse à une Note présentée par M. Velpeau, au nom du docteur Carret, chirurgien à Chambéry, sur la découverte d'une nouvelle maladie occasionnée, selon lui, par l'oxyde de carbone dégagé des poêles en fonte, maladie sévissant dans les campagnes de la Savoie *épidémiquement;* 2° un extrait du procès-verbal de la séance du 4 décembre 1861 du Conseil d'hygiène de Chambéry, dont je fais partie, séance dans laquelle M. Carret a exposé, pour la première fois, sa théorie sur cette nouvelle entité morbide.

» La question étant revenue aujourd'hui à l'Académie des Sciences, où déjà le résultat des expériences chimiques tendrait à faire admettre la possibilité de l'influence funeste des poêles en fonte sur la santé publique, sauf les observations de MM. Bussy et Regnault, il ne sera peut-être pas sans intérêt de rappeler à l'Académie l'opinion des médecins de la Savoie qui ont eu sous les yeux les malades dont parle M. Carret dans ses Mémoires à l'Institut, à l'Académie de Médecine et au Ministère de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux publics.

» Le 4 décembre 1861, le docteur Carret vint faire part au Conseil d'hygiène et de salubrité publiques de la Savoie, spécialement convoqué pour l'entendre, d'une idée qu'il annonçait comme neuve et inédite, sur les effets funestes des poêles en fonte en Savoie. Il avait vu au mois de *juin*, à Jarsy, commune des Bauges (arrondissement de Chambéry), huit cents personnes atteintes d'une maladie encore inconnue, et qu'il ne pouvait attribuer qu'aux émanations délétères de l'oxyde de carbone des poêles dont on se sert en hiver dans les campagnes.

» Après l'exposé très-circonstancié des faits observés et l'énumération des symptômes de cette nouvelle maladie, M. Revel, ancien professeur de physiologie, lui démontra aussitôt, en reprenant l'énumération des symp-

tômes (1), qu'il n'avait pu s'agir à Jarsy que de la fièvre typhoïde; cet avis fut celui de tous les médecins présents à la séance, qui regardèrent aussi comme inadmissible l'incubation de l'oxyde de carbone.

» Dans l'usage général et inoffensif des poêles, M. Revel a vu la condamnation des idées de M. Carret sur ce mode de chauffage. Il a réfuté ses principaux arguments et a fait remarquer, il y a sept ans, comme vient de le faire M. Claude Bernard à l'Institut, l'incompatibilité du fait énoncé de la coloration rouge-cerise du sang veineux des malades (caractère donné par le docteur Carret comme distinctif) avec l'inhalation supposée du gaz oxyde de carbone, qui, d'après divers auteurs et entre autres Devergie, produit toujours un sang noir.

» M. Revel a objecté enfin que l'époque où cette épidémie s'est manifestée (mois de juin) indique surabondamment qu'il ne pouvait s'agir de poêles en fonte. M. Carret a insisté quand même. Beaucoup plus affirmatif au Conseil d'hygiène de Chambéry qu'à l'Académie des Sciences, l'auteur a répondu que l'oxyde de carbone inspiré pendant l'hiver avait sans doute produit une viciation *lente* du sang; et résumant sa pensée en trois mots, il a ajouté que, par le chauffage des poêles en fonte, il se produisait des éléments *toxiques*, *putrides*, *asphyxiques*.

» Pour lui, à Jarsy, il y a eu dégagement et incubation d'éléments toxiques, et dans une autre localité, à Vimines, dégagement de gaz asphyxiants. Aucun des médecins présents à cette séance du Conseil d'hygiène n'a cru pouvoir partager de telles théories.

» L'endémie de fièvre typhoïde du lycée de Chambéry, qui a fait l'objet de la première Note du docteur Carret à l'Institut, endémie qui s'est successivement manifestée dans une autre institution rapprochée du lycée, chez les frères de la Doctrine chrétienne, et qui a sévi dans le voisinage de ces deux maisons, attribuée à l'influence des poêles en fonte, n'était, de l'avis de huit médecins qui ont donné des soins à ces malades, que la fièvre typhoïde.

» Cette endémie a porté sur plus de soixante jeunes gens, quelques jeunes filles et des enfants; près de la moitié ont présenté la fièvre typhoïde avec ses nuances et ses formes connues. Six de ces malades ont succombé; les autres étaient atteints d'embarras gastriques bilieux, état qui précède si souvent les affections typhoïdes. Les docteurs Revel père et Jarrin avaient

(1) J'ai observé que cette symptomatologie avait été dès lors légèrement modifiée par l'auteur.

été appelés à s'adjoindre au médecin du lycée. Chargés bientôt d'un Rapport officiel, ils firent de cette maladie une description où tout praticien n'eût pas hésité à reconnaître une fièvre typhoïde ; et laissant au docteur Carret, qui avait été d'accord avec eux pour le traitement, le soin d'exposer ses théories dans un travail spécial, ils cherchèrent ailleurs que dans les poêles en fonte la cause de cette endémie : l'un, dans les émanations provenant de la vase laissée sur les bords d'un égout du voisinage après le curage à une certaine profondeur; l'autre, surtout dans le dépôt des fumiers et immondices de la ville, situé non loin de là.

» La Société médicale de Chambéry a dû incidemment, à propos de l'endémie du lycée, sur laquelle elle a reçu des communications, émettre son avis sur l'influence des poêles en fonte dans cette endémie ; les épidémies antérieures de Jarsy, Vimines, etc., ont été rappelées, et l'avis unanime a été que la maladie que le docteur Carret veut inscrire au cadre nosologique n'existe pas. Aucun médecin jusqu'ici n'a pu en rencontrer un seul cas en Savoie. Les médecins de la Haute-Savoie n'ont pas été plus heureux.

» Le 11 septembre dernier, nos confrères de la Haute-Savoie, réunis en assemblée annuelle d'association, ont adhéré aux conclusions d'une Note signée par le docteur Guilland et moi, et déclaré n'avoir jamais observé la maladie dont parle M. Carret et sur laquelle leur attention avait été appelée depuis un an.

» L'ensemble des faits et renseignements que je viens de résumer et la concordance parfaite des observations des médecins de la Savoie et de la Haute-Savoie semblent autoriser à conclure :

» 1° Que les épidémies dont il a été question au Conseil d'hygiène de Chambéry, et successivement à l'Institut, à l'Académie de Médecine et ailleurs, sont dues à toute autre cause qu'à l'usage des poêles en fonte ;

» 2° Que l'épidémie de Jarsy et l'endémie du lycée de Chambéry n'étaient autre chose que la fièvre typhoïde ;

» 3° Que les trois mille faits énoncés par l'auteur des Mémoires sur les *épidémies d'hiver* se rattachent à des maladies connues, et qu'ils ne peuvent servir de base à la découverte d'une nouvelle entité morbide. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Mémoire sur une matière azotée du malt, plus active que la diastase, et sur sa préparation économique applicable à l'industrie; par* **M. Dubrunfaut**. [Extrait par l'auteur (1).]

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

« Nous complétons, dans ce travail, les recherches que nous avons commencées en 1821 sur les propriétés de l'orge germée qui, sous le nom de *malt*, est utilisée dans la brasserie et dans les distilleries de grains. Nos anciens travaux publiés en 1823 et 1830 ont servi de point de départ à l'importante découverte de la diastase : nous avons cru à notre tour avoir le droit de profiter des recherches de MM. Payen et Persoz, pour compléter la découverte de la matière active de l'orge, que nous n'avions admise qu'hypothétiquement avant les recherches de ces illustres savants.

» Le produit actif que nous avons réussi à isoler n'est probablement pas encore amené à un état de pureté absolue, mais il diffère assez, par ses caractères physiques et chimiques, de la diastase, pour que nous ayons cru avoir le droit de lui imposer un nom nouveau, qui nous paraît plus conforme à sa constitution chimique, à ses propriétés et à l'esprit de la nomenclature : nous le nommons *maltine*, pour rappeler son origine et la propriété qu'il possède de former une combinaison insoluble avec l'acide tannique, dans laquelle il conserve d'une manière remarquable ses propriétés actives.

» La maltine, essayée comparativement avec la diastase pure, préparée suivant les prescriptions de MM. Payen et Persoz, possède une puissance active infiniment supérieure, et nos analyses ont établi que la bonne orge germée des brasseries n'en contient pas moins d'un centième, ce qui représente une quantité au moins décuple de celle qui est utile à la bonne confection de la bière; on pourrait donc recueillir économiquement par nos procédés les $\frac{9}{10}$ de la maltine qui est contenue dans le malt employé par les brasseurs, et cette matière, ainsi conquise à l'industrie et au commerce, pourrait trouver d'immenses et utiles applications, soit dans les distilleries, soit dans les brasseries elles-mêmes, soit encore dans les glucoseries, etc.

» Si, après avoir isolé la maltine d'une infusion d'orge à l'aide de deux volumes d'alcool à 90 degrés, on traite le solutum alcoolique par de l'alcool jusqu'à refus de précipité, ainsi que le prescrivaient MM. Payen et Persoz

(1) L'Académie a décidé que la série de ces trois communications, bien que dépassant les limites réglementaires, serait reproduite au *Compte rendu*.

pour la préparation de la diastase, on obtient un précipité abondant d'un nouveau produit bien distinct, par sa nature et ses propriétés, des produits précédemment obtenus. Ce produit, au lieu d'affecter la forme floconneuse de la maltine, se présente sous une forme sirupeuse en adhérant aux vases dans lesquels il se recueille. Il est soluble en toutes proportions dans l'eau, il est optiquement neutre, il ne contient que 3 à 4 centièmes d'azote, et son action sur l'empois de fécule correspond à celle qui a été attribuée à la diastase ; il pourrait liquéfier environ deux mille fois son poids de fécule empesée dans les conditions où notre maltine peut en liquéfier de cent à deux cent mille fois. Ce produit ne paraît donc devoir son activité qu'à la présence d'une faible proportion de maltine.

» 1000 parties du malt qui a servi à nos expériences nous ont donné pour un extrait épuisé à froid :

» 5 de matière azotée inactive séparable par la chaleur,

» 10 de matière brute fort active,

» 15 de matière optiquement neutre, active sur la fécule à la manière de la diastase.

» Les traitements alcooliques énergiques, pratiqués dans les conditions prescrites par MM. Payen et Persoz pour l'épuration de la diastase, nous ont paru altérer profondément la constitution et les propriétés actives de la maltine, de sorte que nous sommes autorisé à croire que la diastase épurée et presque privée d'azote, telle qu'elle a été décrite originairement, n'était qu'un produit de la matière active du malt altérée par les procédés employés pour sa préparation.

» Nous croyons avoir constaté la présence de la maltine dans toutes les graines céréales crues, et dans les eaux potables des fleuves et des rivières. Elle ne paraît pas exister dans les eaux de puits de Paris. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la distillation des betteraves et la fermentation dite nitreuse; par* **M. Dubrunfaut.**

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

« Les premières observations sur les accidents de fermentation connus sous le nom de *fermentations nitreuses*, sont de Tilloy, de Dijon, et cet habile pharmacien, qui les étudia à l'occasion de la fermentation des mélasses, attribua cet accident au nitrate de potasse qui existe dans ces produits; il annonça avoir corrigé ce défaut en faisant bouillir les mélasses avec un excès d'acide sulfurique.

» En étudiant le même phénomène, en 1836, à l'occasion de nos travaux de distillation des mélasses de betteraves, nous avons constaté que la fermentation nitreuse coïncidait toujours avec un emploi insuffisant de levûre de bière, c'est-à-dire avec une quantité insuffisante de ferment globulaire développé; elle coïncidait ainsi avec les travaux d'été, pendant lesquels le ferment de bière étant toujours rare, de mauvaise qualité et de grand prix, oblige les industriels à une parcimonie qui devient ainsi favorable au développement des fermentations nitreuse et lactique.

» Dans nos observations, qui ont été publiées en 1836, et reproduites en 1856 dans notre Notice historique sur la distillation des betteraves, nous nous exprimons ainsi :

» La réaction nitreuse, ainsi que nous l'avons fait connaitre en 1836, est » bien, comme l'a annoncé M. Tilloy, due à la présence du nitre dans les » betteraves et dans les mélasses. Elle n'exige nullement la pratique du pro- » cédé Tilloy pour être écartée, et nous avons fait voir qu'on l'évite tou- » jours quand on emploie une proportion suffisante de ferment développé. » La fermentation nitreuse coïncide toujours avec l'apparition de la fer- » mentation lactique; il y a alors décomposition des nitrates alcalins sous » l'influence de cet acide organique, et production immédiate, non pas d'a- » cide hyponitrique, mais bien de bi-oxyde d'azote, ainsi que nous nous en » sommes assuré. L'acide hyponitrique que l'on observe se forme par oxy- » dation du bi-oxyde au contact de l'air, et dans l'atmosphère des cuves, » qui ne sont pas hermétiquement closes. Les moûts sont dès lors mutés » par l'acide hyponitrique, qui réagit sur le ferment; et la fermentation » alcoolique ne peut reprendre son cours que lorsque le bioxyde d'azote a » été éliminé, soit par le repos, soit par l'agitation. »

» Toutes nos études et tous nos travaux confirment ces faits et l'interprétation que nous leur avons donnée. La présence constante du nitre dans les betteraves serait démontrée par nos travaux d'osmose, si elle n'était démontrée surabondamment par d'autres analyses, et des observations bien faites.

» En cherchant à expliquer le rôle des acides minéraux dans la fermentation des jus de betteraves (1), nous avons fait remarquer que cet emploi, qui favorise si évidemment la reproduction du ferment globulaire, satisfait à cette fonction en créant un milieu favorable à la vie organique du ferment,

---

(1) Note lue à la Société d'Agriculture de Paris en 1854, et reproduite dans les *Comptes rendus* de cette Société.

et nous avons interprété en ce sens la mise en liberté d'acides organiques enlevés partiellement à leurs combinaisons par les acides minéraux mis en œuvre.

» Tout se coordonne donc parfaitement dans ces explications, pour permettre de comprendre, et la production du ferment comme préservatif des fermentations parasites lactique et nitreuse, ou l'apparition simultanée des ferments parasites, quand un dosage d'acide mal approprié n'a pas produit le ferment alcoolique utile à une bonne réaction. Les théories si précises de Berthollet sur l'état des sels dans les dissolutions donnent à nos explications un certain relief et une certaine autorité. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'influence de la lumière dans la végétation et sur une relation de cette fonction avec celle de la chaleur; par* **M. DUBRUNFAUT.**

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

« Un Mémoire communiqué à l'Académie des Sciences en août dernier et inséré dans les *Comptes rendus* confirme les résultats importants qui avaient été constatés antérieurement par MM. Cloëz et Gratiolet, sur l'action qu'exercent sur les fonctions des feuilles des végétaux les rayons inégalement réfrangibles qui constituent la lumière blanche du soleil.

» L'habile expérimentateur n'a pas opéré sur des rayons de réfrangibilité simple, et il s'est borné à mesurer les différentes proportions d'acide carbonique décomposées par les feuilles sous l'influence d'écrans divers. Les écrans étaient formés par des verres colorés artificiellement ou par une dissolution d'iode dans le sulfure de carbone, renfermée dans un vase de verre. Ces modes d'expérimentation laissent sans doute à désirer, et ils n'autorisent pas des conséquences précises; cependant les résultats obtenus par l'auteur offrent un intérêt réel pour la physiologie végétale.

» Les conséquences qui se déduisent de ce travail assignent au verre dépoli pris pour terme de comparaison une puissance active sans égale. Puis viennent dans l'ordre d'activité le rayon jaune, puis le rayon rouge, puis enfin, à un rang inférieur, le rayon bleu et le rayon violet. L'écran d'iode, qui aurait dû laisser passer tous les rayons calorifiques ultra-rouges a été complétement inactif. L'écran vert a produit dans les diverses expériences citées un effet négatif, c'est-à-dire qu'il a favorisé une exhalation d'acide carbonique au lieu de favoriser une absorption et une décomposition.

» Quel que soit le mode d'interprétation des fonctions de la lumière

solaire dans l'acte de la végétation, on ne pourrait *à priori* douter que la dissociation carbonique ne soit due aux rayons lumineux absorbés et non aux rayons réfléchis. Dans cet ordre d'idées, il est bien évident que la solution obtenue expérimentalement par MM. Cloëz, Gratiolet et Cailletet pouvait être prévue à l'aide des connaissances acquises sur la théorie physique de la lumière, et que cette théorie, bien interprétée, devait faire prévoir que la dissociation carbonique serait excitée exclusivement par les rayons lumineux qui forment le complément de la couleur verte des feuilles éclairées par la lumière blanche du soleil (1).

» Dans une étude que nous avons commencée récemment sur la genèse agricole en général et sur la genèse des hydrates de carbone en particulier, nous avons pu arriver à représenter tout le travail de la végétation par des calories, et par suite par des équivalents mécaniques empruntés aux données du modeste médecin d'Heilbron, dont les travaux attendent encore traducteur (2).

» On peut ainsi représenter le travail de la végétation par des kilogrammètres, et par suite par des journées de travail d'un cheval attelé ; on peut appliquer le même mode d'évaluation aux fumiers et arriver finalement à représenter, par des unités bien définies et de même espèce, le travail fourni par les agents naturels dans l'art agricole, et le comparer sous la même forme au travail qui est fourni par l'agriculteur.

» En faisant abstraction des engrais, nous avons été conduit à ce résultat remarquable : que dans la culture ordinaire de la betterave, lorsque l'agriculteur fournit une journée de travail d'un cheval attelé, le seul agent naturel (la chaleur) en fournit plus de mille. Avec le système de culture intensive, qui est pratiqué dans le nord de la France et dans la Belgique, le prélèvement agricole effectué sur la chaleur est deux mille fois plus grand que celui qui est fourni par le travail de l'homme et des animaux.

» On n'a pu, jusque-là, saisir aucun fait ni aucun indice qui permette de comparer un travail connu de la lumière à un travail mécanique commensurable, ainsi qu'on le fait pour la chaleur. Cependant les expériences de Tyndall et autres physiciens ne permettent pas de douter qu'on n'arrive un

---

(1) On pouvait prévoir en outre le dégagement de l'acide carbonique, attendu que les feuilles éclairées par les seuls rayons verts se trouvent, quant à la réaction carbonique, dans les conditions d'une véritable obscurité.

(2) Nous nous sommes procuré les publications de Mayer, et nous espérons pouvoir en publier prochainement une traduction.

jour à représenter l'équivalent mécanique de la lumière avec autant de perfection qu'on a pu le faire pour la chaleur. En attendant cette découverte, qui reste à l'état de désidératum, nous nous permettrons d'appeler l'attention des savants sur un rapprochement remarquable que nous ont suggéré nos études sur la genèse agricole.

» Si l'on considère que, dans l'acte de l'assimilation du carbone aux végétaux, la lumière qui est absorbée par les feuilles doit subir une transformation qui est représentée par un travail, soit mécanique, soit chimique ; si l'on considère en outre que l'organisme végétal seul est impuissant à dissocier l'acide carbonique, et que cette dissociation n'est possible que sous l'influence de la lumière, on admettra sans difficulté que la force ou le travail mécanique qui produit un pareil résultat est nécessairement supérieur à la force d'affinité qui détermine la combustion du carbone; et par conséquent elle doit être nécessairement supérieure au travail mécanique qui est représenté par la chaleur développée dans ces conditions.

» Ces considérations permettent donc de supposer avec beaucoup de vraisemblance que le travail de la lumière dans l'acte de la végétation qui fixe le carbone de l'acide carbonique est au moins égal à celui qui est représenté par l'équivalent mécanique de la chaleur de combustion du carbone, et l'on aurait ainsi un moyen de traduire la lumière en unités de chaleur, et par suite en kilogrammètres, si l'on pouvait représenter avec quelque précision la quantité de lumière qui est absorbée par les végétaux, en même temps qu'une proportion connue d'acide carbonique se trouverait dissociée. Le problème, ainsi posé, n'est peut-être pas insoluble, et il nous a paru utile de le signaler. »

M. Guldberg adresse de Christiania une troisième et une quatrième Note « sur la théorie moléculaire des corps ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. H. Meyer adresse de Charleston une Note contenant l'indication de la méthode à l'aide de laquelle ont été obtenues les solutions de problèmes indéterminés du premier degré qu'il a soumises au jugement de l'Académie.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de la Marine et des Colonies, en informant l'Académie que, comme les années précédentes, elle a été comprise cette année dans la liste de répartition de la « Revue maritime et commerciale » publiée par son département, lui adresse en outre un certain nombre d'ouvrages dont la liste est reproduite au Bulletin bibliographique. Enfin, M. le Ministre prie l'Académie de vouloir bien comprendre la Bibliothèque du Ministère de la Marine parmi les établissements auxquels sont attribuées gratuitement ses publications.

Cette Lettre sera transmise à la Commission administrative.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, le tome III du « Traité de l'entretien et de l'exploitation des chemins de fer », par *M. Goschler*.

GÉOLOGIE. — *Liste des secousses et des bruits sourds qui suivirent le terrible tremblement de terre survenu à l'île Saint-Thomas* (*Antilles Danoises*), *le* 18 *novembre* 1867; *par* M. Raupach. (Extrait.)

« Le 18 novembre, il faisait un temps superbe, très-clair, et le ciel avait cette belle teinte bleue particulière aux Indes occidentales. Le vent était de l'est, un peu nord-est. L'Océan était calme; le soleil brillant et chaud, et le thermomètre marquait 24 degrés Réaumur, à l'ombre. Aucun signe ne pouvait faire prévoir une révolution de la nature, quand tout à coup, à $2^h 45^m$ après midi on entendit un bruit souterrain comme un roulement sourd, qui fut immédiatement suivi d'un violent tremblement de terre, paraissant venir Sud $\frac{1}{4}$ Sud-Ouest et Nord $\frac{1}{4}$ Nord-Est. La terre semblait composée de petites vagues, qui s'élevaient et s'abaissaient sous nos pieds, de sorte que si on avançait le pied pour marcher, il semblait rencontrer un terrain plus élevé, et si on le reculait, il trouvait encore le terrain plus élevé. Il était impossible de se tenir dans un endroit fixe, et lorsqu'on essayait de marcher il semblait qu'on fût retenu au sol. Ce premier choc a duré environ une minute et demie. Le bruit souterrain qui continua pendant tout le temps de cette première secousse était très-fort. Le soleil s'obscurcit, il avait le même aspect que pendant une éclipse, et cet obscurcissement continua pendant la première journée jusqu'au coucher du soleil, et tout

le jour suivant, mais à un moindre degré. Ce ne fut que deux jours après que la lumière du soleil reprit toute sa clarté. Il semblait jusque-là que le soleil, quoique aussi brillant en apparence qu'il l'est ordinairement, avait perdu quelque partie de sa puissance de lumière et de chaleur.

» Après le premier choc, la terre continua à trembler et à gémir pendant dix minutes environ, puis un second choc violent se fit sentir. Immédiatement après cette seconde secousse, l'Océan, qui, peu avant le premier choc, s'était retiré à plusieurs centaines de pieds du port, s'éleva comme une vague immense et revint vers la terre. Il se maintint comme un mur blanc et droit de 15 à 20 pieds de haut, et avança très-rapidement dans le port, renversant les petits bateaux ou passant par-dessus et soulevant sur sa crête les bâtiments de guerre et autres bateaux à vapeur. Cette vague avait l'apparence d'un mur blanc en maçonnerie droit et régulier, comme si on l'eût construit à la règle; elle n'avait point de ressemblance avec une vague ordinaire. Elle se brisa dans la partie basse de la ville, à la hauteur de quelques pieds, et s'étendit à 200 ou 250 pieds dans l'intérieur des terres, suivant que la localité était plus ou moins plate. Ce soulèvement de vague se répéta une seconde fois, après un intervalle d'environ dix minutes, et cette seconde vague parut encore plus grosse que la première et s'étendit encore plus loin dans les terres.

» Après que ces deux vagues se furent brisées, l'Océan redevint aussi calme qu'il l'était auparavant. Les secousses continuèrent et on les ressentait à peu de minutes d'intervalle. Ce premier jour, les chocs semblaient s'enchaîner les uns aux autres, mais à partir de $2^h 45^m$ du matin, le 19 novembre, on les ressentit plus distinctement séparés.

» Depuis $2^h 45^m$ après midi le 18 novembre, jusqu'à $2^h 45^m$ du matin le 19, il y eut 89 secousses.

» De $2^h 45^m$ du matin à minuit le 19, il y eut 238 secousses.

» Les secousses devenant alors moins fréquentes, j'ai marqué exactement le moment où elles se firent sentir ainsi que l'instant où on entendait des bruits sourds non accompagnés de secousses. »

L'auteur fait suivre cette Note d'un tableau des phénomènes qu'il a pu observer, avec l'indication de l'heure à laquelle ils se sont produits et de l'intensité qu'ils ont offerte.

« **M. Ch. Sainte-Claire Deville** fait remarquer que la relation de M. Raupach signale deux particularités, qui ne semblent pas avoir été mentionnées par les autres témoins du phénomène.

» La première est cet affaiblissement de lumière et de chaleur qu'aurait subi le soleil pendant près de deux jours. On voit combien aurait été intéressante, à ce moment, l'observation de deux thermomètres, dont l'un aurait eu sa boule nue, et l'autre recouverte de noir de fumée ou d'une simple enveloppe de drap noir.

» La seconde circonstance est la presque continuité des secousses au début (238 secousses en quinze heures quinze minutes, le 19, ou moyennement une secousse par chaque intervalle de trois à quatre minutes).

» La confirmation de ces deux faits présenterait un intérêt réel.

» Ce serait sans doute aussi le cas d'appeler l'attention des observateurs sur deux autres conditions qu'il est nécessaire de fixer avec précision, si l'on veut qu'une relation de tremblement de terre soit réellement utile à la science : ce sont, en premier lieu, le moment vrai où la secousse a commencé à se faire sentir, et en second lieu la durée exacte de l'oscillation.

» Pour cette dernière appréciation, il faut absolument se servir d'une montre à secondes ou d'un compteur : l'expérience personnelle de tous ceux qui ont assisté à de violents tremblements de terre montre que rien n'est plus facile et plus naturel que de s'exagérer la durée du mouvement.

» L'heure exacte du début de la secousse n'est pas aussi aisée à obtenir, du moins dans les circonstances habituelles. Il est rare qu'on ait une montre parfaitement réglée, ou les moyens de la régler après coup. Les violentes secousses arrêtent quelquefois les pendules des régulateurs ; mais, si l'on n'a pu jeter les yeux sur l'horloge au moment même où elle a ressenti le premier choc, comment affirmer qu'elle n'a pas continué à marcher? Les officiers des navires qui sont en rade et qui possèdent un bon chronomètre pourraient sans doute être utiles en ces occasions.

» Tout ceci explique les incertitudes qui pèsent presque toujours sur le moment exact du début de la secousse.

» Dans le cas actuel, M. Raupach indique à Saint-Thomas l'heure de $2^h 45^m$, tandis que les autres récits disent vaguement 3 heures de l'après-midi. A la Guadeloupe, M. Gaillard indique l'heure de $3^h 18^m$, tandis que les autres relations disent vaguement 3 heures de l'après-midi. Mais peut-on compter absolument sur les deux déterminations de MM. Raupach et Gaillard? Il faudrait pour cela que ces observateurs fissent connaître leurs moyens de détermination. Alors seulement, on pourrait conclure quelque chose sur la vitesse de transmission de l'onde séismique. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les lignes spiriques.* Note de M. DE LA GOURNERIE, présentée par M. Chasles.

« Les lignes spiriques, ou sections planes du tore, ont été étudiées par un grand nombre de géomètres. Il serait trop long de rappeler ici leurs travaux, et je me bornerai à dire que MM. Quetelet, Chasles et Bertrand ont donné sur cette question des détails historiques d'un grand intérêt (1). Je me propose de faire connaître quelques propositions nouvelles; j'indiquerai d'abord des notations que j'ai adoptées pour la clarté du langage.

» *Définitions, notations.* — J'appelle *spirique* la courbe plane du quatrième ordre qui possède un axe de symétrie et deux points doubles coïncidant avec les points circulaires à l'infini.

» La spirique a deux tangentes doubles perpendiculaires à son axe. Je nomme *équatoriale* la droite qui est parallèle à ces lignes et située entre elles à égale distance de l'une et de l'autre. Le point où elle coupe l'axe de la courbe est le *point équatorial* de la spirique : je le désignerai par la lettre E.

» Tous les diamètres rectilignes de la spirique se coupent en un point, centre des moyennes distances des quatre points où l'une quelconque des droites qui y passent rencontrent la courbe. J'indiquerai ce centre par la lettre G.

» Je désigne par a_1, a_2, a_3, a_4 les points où la spirique rencontre son axe de symétrie. La courbe est déterminée quand on connaît ces quatre points et le point équatorial.

» J'appelle *plan principal* de la spirique, le plan qui passe par l'axe de cette courbe et qui est perpendiculaire à son plan.

» *Théorèmes sur les tores ordinaires que l'on peut faire passer par une spirique.* — 1. Toute spirique appartient à six tores symétriques deux à deux par rapport au plan de la courbe. Les centres de ces tores sont sur une droite perpendiculaire au plan de la spirique et passant par le point G. Leurs plans équatoriaux contiennent tous l'équatoriale de la spirique.

» 2. Je construis le point central O′ de l'involution déterminée par les deux couples de points a_1, a_2 et a_3, a_4; je décris dans le plan principal un cercle sur EO′ comme diamètre, et j'élève par le centre G une perpendiculaire au plan de la spirique. Les points C′ et C'_1 où cette droite

(1) M. QUETELET, *Correspondance mathématique*, t. II. — M. CHASLES, *Aperçu historique*, note I. — M. BERTRAND, *Journal des Savants*, 1867.

rencontre le cercle EO′ sont les centres de deux tores symétriques passant par la spirique; les axes de ces tores sont les droites C′O′ et C'_1O′. Les cercles qui passent, l'un par les points a_1 et a_2, l'autre par les points a_3 et a_4, et qui ont leurs centres sur la ligne EC′ sont des méridiens du tore dont le centre est en C′. Ce tore est ainsi complétement déterminé.

» Les points a_1, a_2, a_3, a_4 peuvent être groupés deux à deux de trois manières différentes. Nous n'en avons considéré qu'une : chacune des deux autres fait également trouver deux tores symétriques passant par la spirique. Je désignerai par O″ et O‴ les points où leurs axes percent le plan de cette courbe.

» L'ovale de Descartes est la variété de la spirique dans laquelle le point équatorial est à l'infini. En appliquant la construction précédente, on trouve que les axes des six tores qui passent par un ovale sont perpendiculaires à son plan, et que chacun des tores se réduit à quatre fois ce plan.

» 3. Les cercles lieux des centres des cercles méridiens des six tores se projettent, sur le plan de la spirique, suivant trois ellipses homofocales. Leurs quatre foyers sont des foyers doubles de la spirique.

» J'appelle ces ellipses U′, U″, U‴.

» 4. La spirique est l'enveloppe des cercles qui ont leurs centres sur U′, et qui coupent orthogonalement le cercle décrit du point O′ comme centre avec un rayon égal aux tangentes menées de ce point aux deux premiers tores. En considérant les tores des deux derniers couples, on obtient de deux autres manières la même génération, qui est celle des anallagmatiques du quatrième ordre (1). Les points O′, O″, O‴ sont trois des quatre pôles par rapport auxquels la spirique peut se transformer en elle-même : le quatrième doit être considéré comme étant à l'infini sur une perpendiculaire à l'axe de symétrie. Douze foyers simples sont aux intersections respectives des coniques U′, U″, U‴ avec les cercles directeurs qui ont leurs centres aux points O′, O″, O‴. Quatre autres foyers simples se trouvent sur l'axe de la courbe : le point équatorial est le centre des moyennes distances de ces derniers.

» 5. Les tores sont quelquefois réels tous les six. En faisant varier les positions relatives des points E, a_1, a_2, a_3, a_4, et en supposant que les quatre derniers deviennent imaginaires deux à deux, on peut obtenir

---

(1) *Voir* sur les anallagmatiques les travaux de MM. Moutard (*Bulletin de la Société Philomathique*, 1860), Darboux (*Annales de l'École Normale*, 1865, 1866), Laguerre (*Comptes rendus*, 9 janvier 1865), Crafton (*The London mathematical Society*, 1867).

diverses dispositions pour les tores, les rendre imaginaires par couples, et même avoir des spiriques réelles qui n'appartiennent à aucun tore réel.

» 6. Quand les points a_1, a_2, a_3, a_4 sont situés deux à deux de part et d'autre et à des distances égales du centre G, si le point équatorial coïncide avec G, la spirique n'est pas déterminée par la position de ces divers points, et la construction de l'article 2 devient insuffisante. Dans ce cas, la spirique a un centre et deux axes de symétrie à chacun desquels correspondent un plan principal et une équatoriale; elle appartient à douze tores dont six ont leurs axes dans un plan principal et les six autres dans l'autre. Quatre des six tores d'un système ont leurs centres au centre de la spirique; les axes des deux autres sont parallèles à l'axe correspondant de la spirique.

» *Théorèmes sur les tores droits ou obliques qui passent par une spirique.* — Je vais maintenant étendre un peu la signification du mot *tore*. Je donnerai ce nom à la surface produite par la révolution d'un cercle autour d'une droite qui se trouvera généralement hors de son plan. Le tore sera *droit* ou *oblique* suivant que le plan du cercle sera ou non parallèle à l'axe de révolution.

» Je dois rappeler que suivant un théorème de M. J.-A. Serret, la surface engendrée par la révolution d'un cercle autour d'une droite peut être obtenue par la révolution de plusieurs autres cercles autour de la même droite (1). Je considère un tore comme droit quand le plan de l'un quelconque des cercles générateurs est parallèle à l'axe.

» 7. Toute section plane d'un tore droit ou oblique est une spirique. Si le plan sécant touche la surface en un ou en deux points, la spirique a un point double sur son axe ou se décompose en deux cercles.

» 8. Quand une spirique tourne autour d'une droite située dans son plan principal et d'ailleurs quelconque, la surface engendrée est un tore généralement oblique. Le plan qui contient les centres des cercles générateurs de ce tore passe par l'équatoriale de la spirique.

» 9. Les axes des tores droits auxquels appartient une spirique enveloppent, dans son plan principal, une parabole qui a son sommet au centre G et son foyer au point équatorial.

» Le lieu des centres de ces tores est la perpendiculaire au plan de la courbe menée par le point G.

» Je laisse de côté plusieurs autres théorèmes moins importants. »

---

(1) *Voir* le Mémoire de M. Mannheim sur la cyclide (*Nouvelles Annales de Mathématiques*, 1860).

HISTOIRE DES SCIENCES. — *De la détermination de la troisième inégalité lunaire ou variation, par* Aboul-Wéfâ *et* Tycho-Brahé. Note de **M. L.-Am. Sédillot**, présentée par M. Chasles.

« La théorie lunaire vient d'atteindre, sous la main de nos habiles astronomes, le dernier degré de la perfection, et tout ce qui touche à l'histoire de cette théorie ne peut qu'exciter un nouvel intérêt.

» On n'a pas oublié qu'une des questions qui ont le plus passionné l'Académie dans le cours de ce siècle a été, sans contredit, celle de la *variation* ou troisième inégalité lunaire dont on faisait honneur à Tycho-Brahé, et que nous avons cru devoir restituer aux Arabes.

» M. Chasles nous a donné raison dans un écrit considérable (1), et on pouvait croire que son témoignage, venant à l'appui de l'opinion exprimée par MM. Arago, de Humboldt, Poinsot, Mathieu, Michal, etc., avait clos toute discussion sur ce sujet; mais il est *un point* (je souligne ce mot avec intention) qui paraît soulever encore quelque doute dans certains esprits, et une circonstance fortuite nous fournit aujourd'hui l'occasion de compléter notre propre travail et d'éclaircir définitivement ce qui semblait encore un peu obscur.

» On lit, dans un des derniers numéros des *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, n° 21, 18 novembre 1867, p. 834 :

« Rabelais fut en correspondance pendant plus de vingt-cinq ans avec
» Copernic, auquel il adressa de nombreuses notes *sur l'Astronomie an-*
» *cienne*, et pour qui il traduisit même des Traités d'*Astronomie arabe*. Ce
» fut lui qui conseilla à Copernic de dédier son ouvrage au pape Paul III.
» Galilée a connu les notes de Rabelais; il en parle dans plusieurs lettres,
» et dit qu'elles sont d'un bon entendement et qu'elles ont été utiles à
» Copernic... *Tycho-Brahé les a connues aussi.* »

» Cette dernière phrase justifie fort à propos une hypothèse émise par M. Biot lui-même (2) en 1841, puis abandonnée, et que nous avons reprise et formulée en 1845 (3) dans les termes suivants :

« Il est difficile de croire que Tycho-Brahé n'ait point eu connaissance
» de la découverte des astronomes de Bagdad, avec lesquels il se rencontre
» sur le terrain géométrique. »

---

(1) *Lettre à M. L.-Am. Sédillot sur la question de la* variation lunaire, *découverte par Aboul-Wéfâ*, 1862, et *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 12 mai 1862.

(2) *Journal des Savants*, 1841, p. 677.

(3) *Voir* nos *Matériaux*, etc., t. Ier, p. 216 et suiv.

» Plaçons-nous au point de départ de la question. Ptolémée, dans son *Almageste* (η μεγίστη.....), après avoir déterminé les deux premières inégalités de la Lune, l'*équation du centre* et l'*évection*, rapporte (liv. V, chap. v) deux observations d'Hipparque dans les *Octants*, et signale, sous le nom de *prosneuse*, un écart qui s'élève de 46 minutes à 1°26′, dont il fait un des éléments de l'*évection*.

» Lorsque les Arabes se livrèrent, au IXe siècle de notre ère, à l'étude des sciences, ils traduisirent l'*Almageste*; le khalife Almamoun ordonna en même temps que les résultats exposés par l'astronome grec fussent soumis au contrôle de nouvelles observations. De là la *Table vérifiée*, qui se perfectionna d'année en année pendant plus d'un siècle, et apporta de nombreuses corrections aux hypothèses grecques; citons seulement pour mémoire le *mouvement de l'apogée du Soleil*, l'*excentricité* de l'orbite de cet astre, l'exacte *durée* de l'année, la valeur réelle de la *précession des équinoxes*, la diminution progressive de l'*obliquité de l'écliptique*, etc. Les astronomes arabes ne négligèrent point la théorie lunaire; ils signalèrent, avant Tycho-Brahé, les irrégularités de la plus *grande latitude de la Lune* (1), et déterminèrent aussi la troisième inégalité de notre satellite : c'est la *variation*.

» Il était impossible, en effet, qu'on observât la Lune dans ses diverses positions, sans être frappé de l'insuffisance des Tables de Ptolémée; Aboul-Wéfâ, qui florissait cent ans après Almamoun, qui était en possession de la *Table vérifiée*, et qui lui-même était renommé comme observateur et comme géomètre, se trouvait mieux placé que personne pour retracer les progrès que l'école de Bagdad avait fait faire à l'astronomie; son *Almageste* en est la preuve; c'est une œuvre originale sous tous les rapports, et nous n'avons pas besoin de rappeler le jugement qu'en a porté, pour la partie mathématique, et M. Chasles d'abord (2), et J.-B. Biot lui-même en 1841, et ensuite feu Woepcke (3).

» Seulement nous devons dire que des compilateurs ignorants, trompés par ce titre d'*Almageste* qu'Aboul-Wéfâ avait adopté pour son traité, le confondirent avec *le livre* de Ptolémée, quoiqu'il fût rédigé dans un

(1) *Voir* nos *Matériaux*, etc., déjà cités, t. Ier, p. 282.

(2) *Aperçu historique des méthodes en géométrie*, p. 495-502, et *Lettre à M. L.-Am. Sédillot*, déjà citée, p. 11 et 12.

(3) *Recherches sur l'Histoire des sciences mathématiques chez les Orientaux* (deuxième article) : *Analyse et extrait d'un recueil de constructions géométriques*, par Aboul-Wéfâ, etc.; *Journal asiatique*, 1855, 5e série, t. V, p. 218 et 319. *Voir* aussi nos *Matériaux*, etc., t. Ier, p. 228.

ordre différent, et ne s'aperçurent même pas d'une innovation tout à fait capitale : l'emploi des tangentes et des sécantes dans les calculs trigonométriques.

» Ç'a été là l'erreur de M. Terquem et de son coreligionnaire M. Munk (1); ces deux savants se sont appuyés sur deux compilations hébraïques du XIV[e] et du XVI[e] siècle, où les Grecs et les Arabes se trouvent confondus; et M. Biot, s'armant de cette prétendue découverte, s'est efforcé de défigurer notre traduction, jugée par les maîtres *irréprochable*, en donnant du passage d'Aboul-Wéfâ un mot à mot presque inintelligible, comme si l'on pouvait mieux apprécier la valeur d'un texte, d'après la version d'un élève de huitième que sur l'interprétation du professeur lui-même; mais telle est la force de la vérité, que M. Chasles acceptant ce mot à mot obscur, répudié par Poinsot (2), a montré très-clairement que *la variation*, telle que Tycho-Brahé l'a expliquée, s'y trouvait parfaitement comprise.

» Il ne reste qu'un point en litige, qui se rapporte au mouvement de la Lune sur son épicycle et à son apogée; et si, comme nous le croyons, Tycho-Brahé a eu connaissance de l'exposé d'Aboul-Wéfâ, on peut supposer qu'il en donnera l'explication; mais il le laisse dans l'ombre comme un accessoire inutile, et se contente de traduire géométriquement et d'une manière plus élégante le fait nouveau indiqué par l'astronome arabe; il était si éloigné de considérer la détermination de la *variation* comme pouvant ajouter à sa gloire, qu'il n'en fit même point mention de son vivant; ce ne fut que longtemps après sa mort, arrivée le 14 octobre 1601, qu'on trouva dans ses papiers l'explication d'une hypothèse qu'il appelle *redintegrata* (renouvelée), et ses éditeurs ne la produisirent qu'en 1610 dans un appendice inséré entre les pages 112 et 113 du tome I[er] de ses *Progymnasmata*. — Ils nous apprennent plus loin, p. 819, qu'il fut aidé dans son travail par Longomontan (*Plurimâ usus operâ Christiani Severini Longomontani, viri ingeniosi et perquam industrii*, etc.). Or, dans son exposé, Tycho-Brahé ne parle point du chapitre v du livre V de Ptolémée; il semble qu'il a sous les yeux le chapitre même d'Aboul-Wéfâ, et qu'il le commente uniquement; comme Aboul-Wéfâ, il nous dit qu'il existe une anomalie additive dans le premier et le troisième octant, soustractive dans le deuxième et le quatrième; comme Aboul-Wéfâ, il fixe le coefficient de cette anomalie de

---

(1) *Voir* les *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. XVII, p. 76, et notre réponse, séance du 24 juillet 1843.

(2) *Voir* notre *Lettre à M. de Humboldt sur les travaux de l'École arabe*, 1853, p. 22.

deux tiers à trois quarts d'un degré; comme Aboul-Wéfâ, il explique cette anomalie par la déviation oscillatoire du rayon vecteur de l'épicycle; seulement il enferme cet écart en un petit cercle, *in parvo circello, motu quodam librationis*, etc. C'est là sa seule innovation, et l'on peut voir dans nos *Matériaux*, etc., t. Ier, p. 164, et fig. 3 et 14, et dans le Mémoire de M. Chasles (1) la démonstration de ces faits.

» Mais, dira-t-on, il est assez facile de transformer Tycho-Brahé en commentateur d'Aboul-Wéfâ; seulement c'est une pure hypothèse, et nous voudrions, au lieu d'assertions plus ou moins plausibles, quelque preuve plus convaincante; eh bien! cette preuve nous l'avons.

» Les positions de la Lune que Tycho-Brahé désigne, *le premier* par le nom d'*octants*, étaient appelées: par les Grecs, *ἀμφίκυρτοι* et *μηνοειδεῖς*; par les auteurs latins du XVe et du XVIe siècle, *quando curvatur in cornua vel gibbosa ac semiplena orbe existit* (2); enfin par Aboul-Wéfâ, *trine et sextile;* or, Tycho-Brahé avait sous les yeux les mots *trine et sextile*, dont il n'était pas satisfait et qu'il remplaça par le terme d'*octants;* son collaborateur, Longomontan, n'ayant pas les mêmes scrupules, les conserva religieusement, et lorsque, vingt et un ans après la mort de Tycho-Brahé, il publiait son livre intitulé : *Astronomia Danica*, 1622, il expliquait *la variation* (3) en employant encore les expressions *trine et sextile*, empruntées aux Arabes; un tel fait n'a pas besoin de commentaire; *la détermination* d'Aboul-Wéfâ avait servi de base à leur travail commun. »

PHYSIOLOGIE. — *Nature du virus vaccin. Détermination expérimentale des éléments qui constituent le principe actif de la sérosité vaccinale virulente.* Note de **M. A. Chauveau**, présentée par M. Cl. Bernard.

« Parmi les études relatives à la physiologie des virus, la recherche des causes de l'activité des humeurs virulentes se place au premier rang, et c'est un point cependant sur lequel manquent de la manière la plus complète les déterminations expérimentales. J'en soumets une dans le présent travail au jugement de l'Académie. Le fait fondamental contenu dans cette détermination a été recherché avec l'idée d'en faire la base d'une théorie générale de la virulence. Mais je dois me borner aujourd'hui à exposer ce

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 12 mai 1862 (extrait), p. 6 et suiv. — *Lettre à M. L.-Am. Sédillot*, déjà citée, p. 11 et suiv.

(2) *Voir* N. Mulerius : *Copernici Astronomia instaurata;* Amsterdam, 1617, p. 253.

(3) P. 114 et 115, et nos *Matériaux*, t. Ier, p. 214.

fait, sans le mêler à aucune considération synthétique. Son importance n'en ressortira pas moins.

» Voici le problème que j'avais à résoudre. L'humeur virulente fournie par la pustule virulente est un produit complexe, analogue, par sa composition, à toutes les sérosités pathologiques non spécifiques. Les analyses chimiques et microscopiques n'y font découvrir aucun élément spécial auquel on puisse attribuer l'activité propre du vaccin. Cette activité réside nécessairement dans les éléments communs qui concourent à la formation de la sérosité vaccinale, et qui, selon l'opinion de M. Ch. Robin, auraient acquis la propriété virulente par simple modification isomérique (1). Or, cette métamorphose qui crée la virulence est-elle subie par tous les éléments du vaccin? Ou bien s'exerce-t-elle seulement sur l'un ou quelques-uns d'entre eux? L'activité virulente exige-t-elle le concours de tous ces éléments, ou suffit-il d'un seul pour la constituer? J'ai cherché à résoudre ces questions en soumettant isolément au critère de l'expérimentation physiologique les principes qui entrent dans la composition de la sérosité vaccinale : d'une part, le *sérum*, contenant, avec l'*albumine* qui en forme la base, toutes les autres substances solubles; d'autre part, les *éléments solides*, c'est-à-dire les *leucocytes* et les *granulations élémentaires*, qui sont tenus en suspension dans la sérosité.

» Pour étudier l'activité propre du sérum vaccinal, il fallait l'obtenir entièrement dépouillé des particules solides dont il est chargé. C'était d'une grande difficulté. En effet, les deux procédés employés jusqu'à ce jour pour arriver à ce résultat, la filtration et la décantation, cette dernière surtout, permettent d'enlever ses leucocytes au plasma. Mais ce fluide retient toujours les éléments solides les plus nombreux, c'est-à-dire les granulations élémentaires. Celles-ci, à l'instar des particules de tannate de fer qui colorent l'encre, ne se déposent jamais complétement dans les couches profondes du milieu ambiant, et passent à travers tous les filtres. Cependant l'emploi de la décantation, tout imparfait que soit ce moyen, m'a permis de constater un fait important : c'est que le sérum absolument privé de leucocytes est tout aussi virulent que celui qui en est chargé. Voici comment a été faite l'expérience :

» De la sérosité vaccinale est mélangée avec dix fois son poids d'eau,

---

(1) Littré et Ch. Robin, *Dictionnaire de Médecine*; Paris, 11e édition, 1858, et 12e édition, 1865 (art. *Pus*, *Pyohémie* et *Virus*). — Ch. Robin, *Leçons sur les Humeurs*; Paris, 1867, in-8°, p. 326-327.

afin d'en diminuer autant que possible la densité et la viscosité, sans altérer sensiblement son activité virulente. Grâce à cette précaution, le vaccin, placé dans une petite éprouvette et abandonné vingt-quatre heures à lui-même, dans un repos complet, laisse déposer au fond du vase la plupart de ses leucocytes, sinon tous. On s'en assure en aspirant, avec un tube capillaire, la couche superficielle, qu'on fait passer ensuite sur le porte-objet du microscope pour la soumettre au plus minutieux examen. Si la gouttelette ainsi examinée se montre absolument dépourvue de leucocytes, on peut s'en servir pour pratiquer des inoculations cutanées, qu'on multiplie autant que possible. C'est une expérience que j'ai eu l'occasion de répéter assez souvent. Les résultats en ont été constamment positifs.

» Ainsi, les leucocytes ne constituent pas les agents essentiels de la virulence. Ils peuvent partager cette propriété avec les autres éléments du liquide vaccinal; mais ils ne la possèdent point exclusivement. Leur influence, dans l'activité de ce liquide, est donc aussi effacée que possible. Ils n'ajoutent ni n'enlèvent rien à cette activité. En est-il de même des autres particules solides, c'est-à-dire des granulations? C'est une question à laquelle les expériences dont il me reste à parler permettent de donner une réponse catégorique.

» J'ai réussi, en effet, a obtenir la sérosité vaccinale absolument privée de tous ses corpuscules solides, y compris les granulations les plus fines. C'est en utilisant le phénomène bien connu de la diffusion.

» De la sérosité vaccinale est introduite au fond d'une très-petite éprouvette. On a soin, pendant l'opération, d'éviter que le liquide ne touche les parois du vase au-dessus du niveau que ce liquide doit atteindre. Puis on verse dessus une couche d'eau distillée, avec toutes les précautions voulues pour qu'il ne se produise aucun courant capable de déterminer le mélange mécanique des deux fluides. De cette manière, on a dans l'éprouvette une colonne liquide formée de deux couches, de densité et de composition différentes : une supérieure, composée d'eau pure, une inférieure, constituée par le vaccin, et renfermant, avec les éléments solides de celui-ci, toutes les substances dissoutes qui entrent dans la composition de la sérosité vaccinale. Si on abandonne l'éprouvette à elle-même dans un milieu à température constante, où le liquide, mis à l'abri de l'évaporation, soit maintenu dans un repos complet, les corpuscules en suspension dans la couche inférieure, y restent confinés tant qu'aucune action mécanique ne les sollicite à monter dans la couche supérieure. Mais il n'en est pas de même des substances albumineuses et salines dissoutes dans la sérosité. En vertu

des lois de la diffusion, ces substances passent dans la couche aqueuse, les unes plus vite, les autres moins, suivant leur pouvoir diffusible. Et le transport s'effectue sans que les particules solides y prennent part, le mouvement atomique qui constitue la diffusion étant incapable d'entraîner par lui-même d'autres éléments que ceux sur lesquels l'eau exerce son affinité moléculaire.

» Quand il s'est écoulé le temps nécessaire pour que la diffusion ait amené jusqu'à la surface de l'eau une notable proportion des principes qui constituent la sérosité vaccinale, on retire le liquide couche par couche, en l'aspirant à l'aide de fins tubes capillaires mis en contact, par une de leurs extrémités, avec la surface liquide. On obtient ainsi, dans les premiers tubes tous les éléments solubles qui forment la sérosité vaccinale; dans les derniers ces mêmes éléments, plus les corpuscules en suspension, c'est-à-dire le vaccin complet plus ou moins dilué. Les deux sortes de liquides peuvent alors être inoculés comparativement, soit sur le même sujet, soit sur des sujets différents.

» C'est une expérience que je viens de faire un grand nombre de fois sur l'enfant, le cheval et la génisse. En général, j'ai employé du vaccin soumis à la diffusion pendant quarante-huit heures, sous une couche d'eau de 4 millimètres. Pour l'inoculation du liquide simplement plastique, j'ai utilisé seulement le contenu du premier tube recueilli, parfois aussi celui du deuxième, afin d'écarter le plus possible les chances de mélange accidentel avec le liquide chargé de particules solides. Ce mélange, en effet, ne peut être complétement évité dans les régions qui avoisinent le point de contact des deux liquides. C'est le résultat naturel des changements de densité que la diffusion détermine dans ces liquides, changements qui ne sauraient s'opérer sans qu'il en résulte un déplacement dans la position respective des couches hétérogènes superposées. Si léger et si lent que soit ce déplacement, il est capable d'opérer dans une certaine mesure le mélange de ces couches, ce qui fait que la diffusion ne s'accomplit jamais sans que quelques éléments solides remontent dans le liquide supérieur, plus ou moins haut, suivant la durée du phénomène.

» Les inoculations pratiquées dans ces conditions ont été aussi démonstratives que possible. Celles qui furent faites avec le liquide inférieur, c'est-dire avec le vaccin complet, réussirent aussi bien que si elles avaient été pratiquées avec du vaccin pur. Les autres, au contraire, échouèrent toujours de la manière la plus complète. J'ajouterai, pour donner à ce dernier résultat toute sa signification, que le liquide purement séreux a tou-

jours été essayé par la chaleur ou l'action de l'acide azotique, au moment de l'inoculation, et que la réaction a, dans tous les cas, dénoté la présence d'une grande quantité d'albumine. On ne peut donc invoquer ni l'absence de cet élément fondamental ou de tout autre, ni leur grande dilution pour expliquer l'inactivité de la sérosité vaccinale.

» Ces expériences nous permettent donc de conclure que la sérosité vaccinale n'est pas virulente, et que l'activité du vaccin réside dans ses granulations solides, soit dans toutes indistinctement, soit dans une partie seulement de ces petits organites élémentaires.

» Cette inactivité de la sérosité vaccinale constitue un fait d'une importance majeure, non-seulement au point de vue spécial de la théorie de la virulence, mais encore au point de vue général de la physiologie des éléments. Aussi importe-t-il de mettre à l'abri de toute objection la démonstration expérimentale qui vient d'en être donnée. C'est ce que je ferai dans une prochaine communication. »

PHYSIOLOGIE. — *Rôle de l'élasticité dans la contraction musculaire.* Note de **M. Marey**, présentée par M. Delaunay.

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* du 27 janvier 1868, j'ai cherché à établir que la contraction musculaire est formée d'une série de mouvements élémentaires que j'appelle *secousses*, et dont chacun est produit par l'apparition d'une *onde* à la surface des fibres musculaires.

» J'ai dit comment une série de semblables ondes peut se former sur une fibre, comment elles cheminent les unes à la suite des autres avec une vitesse mesurable, et comment l'élasticité transforme cette série de petites forces successives en une force sensiblement continue : la traction exercée par un muscle contracté.

» Cette analyse de l'acte musculaire m'avait conduit à considérer l'élasticité des muscles comme jouant le même rôle que celle des vaisseaux artériels dans la circulation du sang. Dans cette fonction, en effet, chacune des impulsions intermittentes que le cœur imprime au sang se transforme dans les artères en un mouvement de moins en moins saccadé, qui finit par devenir absolument continu dans les petits vaisseaux.

» La nature emploie donc le même procédé dans deux fonctions différentes, pour produire un mouvement régulier et continu avec des forces discontinues; ce procédé est un de ceux que l'homme emploie pour la régularisation du jeu de ses machines.

» Mais j'ai établi en outre (*Comptes rendus*, 1858, t. XLVI) que l'élasticité des artères est avantageuse au point de vue du travail que le cœur peut produire; qu'elle diminue au devant de cet organe les résistances que l'inertie et ce qu'on appelle les frottements du liquide sanguin opposent au mouvement impulsif. J'ai fourni une démonstration expérimentale de ces effets physiques de l'élasticité des conduits lorsque le liquide pénètre dans ceux-ci d'une manière intermittente. Enfin, m'appuyant sur l'anatomie pathologique, j'ai montré que la perte de l'élasticité des artères, qui arrive dans la vieillesse, s'accompagne d'une hypertrophie du ventricule gauche, ce qui montre que cette perte de l'élasticité vasculaire agit comme un obstacle mécanique à l'action impulsive du cœur.

» Il s'agissait de savoir si l'élasticité d'un muscle ne joue pas le même rôle au point de vue du travail, et si elle ne favorise pas la production de celui-ci en diminuant certaines résistances.

» La force mécanique développée par un muscle se produit au moment où l'onde musculaire se forme; sa durée ne saurait donc dépasser 4 ou 5 centièmes de seconde chez certaines espèces animales.

» Telle devrait être aussi la durée du mouvement que nos muscles tendraient à imprimer par chacune de leurs *secousses* aux masses qu'ils doivent mouvoir, si nos muscles étaient dépourvus d'élasticité et transmettaient le mouvement qu'ils produisent sans en altérer les caractères. Or, dans ces conditions de courte durée d'application, ces forces se détruiraient presque entièrement, à cause de l'inertie des masses à mouvoir, et, comme des *forces vives*, produiraient des chocs au lieu de travail utile.

» Que ces mêmes forces agissent sur les mêmes masses par l'intermédiaire d'une transmission élastique, le choc disparaîtra et il se produira du travail.

» Par une expérience très-simple, faite à l'aide d'un appareil que j'ai fait construire à cet effet, je démontre qu'une même force de courte durée donne naissance à un choc ou produit un travail, selon qu'elle est transmise par des pièces rigides ou par des pièces élastiques. Or, si j'ai réussi à démontrer que dans la contraction des muscles la force motrice s'engendre sous forme de petits raccourcissements saccadés des fibres musculaires, il est naturel d'admettre que ces forces, transformées par l'élasticité des muscles en une traction uniforme et prolongée, seront dès lors dans des conditions plus favorables pour produire du travail mécanique. »

M. Ross adresse une nouvelle Note, imprimée en anglais, concernant la cristallographie et l'emploi du chalumeau.

Cette Note sera soumise, comme la précédente, à l'examen de M. H. Sainte-Claire Deville.

M. L. Deleau demande et obtient l'autorisation de retirer quatre plis cachetés déposés par le Dr *Deleau*, son père, le 28 avril 1828, le 2 novembre 1835, le 25 février 1851 et le 6 février 1854.

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Médecine et de Chirurgie présente la liste suivante de candidats pour remplir la place devenue vacante dans son sein par suite du décès de M. *Velpeau* :

En première ligne	**M. Laugier.**
En deuxième ligne, ex æquo, *et par ordre alphabétique*. .	**M. Guérin.** **M. Vulpian.**
En troisième ligne, ex æquo, *et par ordre alphabétique*. .	**M. Broca.** **M. Gosselin.** **M. Huguier.** **M. Maisonneuve.**

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la séance prochaine.

La séance est levée à 6 heures. D.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS DE JANVIER 1868. (Fin.)

Montpellier médical... Journal mensuel de Médecine; janvier 1868; in-8°.

Nachrichten... *Nouvelles de l'Université de Gœttingue;* nos 25 à 27, 1867, nos 1, 2, 1868; in-12.

Nouvelles Annales de Mathématiques; janvier 1868; in-8°.

Pharmaceutical Journal and Transactions; t. IX, nos 5 et 6, 1867; in-8°.

Répertoire de Pharmacie; décembre 1867 et janvier 1868; in-8°.

Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; nos 1 à 3, 1868; in-8°.

Revue maritime et coloniale; janvier 1868; in-8°.

Società reale di Napoli. Rendiconto dell' Accademia delle Scienze fisiche e matematiche; Naples, novembre et décembre 1867; in-4°.

Société d'Encouragement, Résumé des procès-verbaux, séance du 10 janvier 1868; in-8°.

The Scientific Review; n° 1 et 2, 1868; in-4°.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 10 février 1868, les ouvrages dont les titres suivent :

Ministère de la Marine et des Colonies. Compte général de l'administration de la justice maritime pour les années 1859, 1860 *et* 1861. Paris, 1865; in-4°.

Compte général de l'administration de la justice civile et commerciale, criminelle, correctionnelle et de police, dans les Colonies françaises, pendant les années 1853 *à* 1861, *présenté à S. M. l'Empereur par l'Amiral Ministre secrétaire d'État au département de la Marine et des Colonies.* Paris, 1867; in-4°.

Notice sur la transportation à la Guyane française et à la Nouvelle-Calédonie, publiée par les soins de S. Exc. M. l'Amiral RIGAULT DE GENOUILLY, *Ministre de la Marine et des Colonies.* Paris, 1867; grand in-8°.

Du Sénégal au Niger. Relation du voyage d'exploration de MM. Mage *et* Quintin *au Soudan occidental, de* 1863 *à* 1866; *par* M. E. MAGE. Paris, 1867; 1 vol. in-8° avec carte.

Théorie des relèvements polaires et leur application à diverses questions de tactique navale; par M. Clément CORDES. Paris, 1867; br. in-8° avec 3 pl.

Perforation des cuirasses en fer par les projectiles massifs ou creux, en acier ou en fonte dure. Épreuves de divers systèmes de blindage pour les navires et les casemates; traduit de l'anglais par M. A. F. ALONCLE, Paris, sans date; br. in-8° avec planches.

Considérations sur le roulis des bâtiments; par M. J. KRANTZ. Paris, 1867; br. in-8°.

Les carènes en fer et les balanes ou cravans; par M. A. JOUVIN. Paris, 1867; br. in-8°.

Statistique des pêches maritimes, 1866. Paris, 1868; in-8°.

(Ces ouvrages sont offerts par S. Exc. M. le Ministre de la Marine et des Colonies.)

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 FÉVRIER 1868.

PRÉSIDENCE DE M. DELAUNAY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Président fait part à l'Académie de la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de *Sir David Brewster*, l'un de ses Associés étrangers, décédé le 10 février 1868. M. le Secrétaire perpétuel donne lecture d'une Lettre du lieutenant-colonel *Macpherson*, qui en informe l'Académie.

M. le Président entretient ensuite l'Académie de la perte qu'elle a faite, depuis la dernière séance, dans la personne de *M. L. Foucault*, Membre de la Section de Mécanique, décédé le 11 février. Les obsèques ont eu lieu le 14 : M. le Général Morin a pris la parole au nom de l'Académie des Sciences, M. Yvon Villarceau au nom du Bureau des Longitudes, M. Bertrand au nom des amis de M. Foucault.

M. Pasteur, en présentant à l'Académie les « Études sur le vinaigre » qu'il vient de publier, s'exprime comme il suit :

« J'ai l'honneur de faire hommage à l'Académie d'une brochure que je publie sous ce titre : *Études sur le vinaigre, sa fabrication, ses maladies; moyens de les prévenir. Nouvelles observations sur la conservation des vins par le chauffage*.

» J'ai fait connaître antérieurement tous les principes scientifiques con-

tenus dans cette brochure. La seule chose, en conséquence, qui puisse intéresser l'Académie dans l'opuscule dont j'ai l'honneur de lui faire hommage, consiste dans la mention de l'application qui a été faite sur une assez grande échelle des procédés industriels que j'ai déduits de ces principes.

» Le chauffage des vins, particulièrement des vins communs, qui, on le comprend, ont dû être éprouvés en premier lieu par l'industrie, a offert des avantages qui ont même dépassé mes espérances. Quant au vinaigre, il existe à Orléans une fabrique établie d'après les indications de mes recherches, produisant en moyenne 15 hectolitres de vinaigre par jour et dont le travail est cinq fois plus rapide que par les anciennes pratiques, toutes choses égales. Ce chiffre m'a été communiqué par MM. Breton-Lorion frères, qui ont monté avec beaucoup d'intelligence la fabrique dont je parle. »

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Note accompagnant la présentation à l'Académie d'un travail intitulé* : Des Éléments anatomiques et des Épithéliums ; *par* **M. Ch Robin.**

« Le travail dont j'ai l'honneur de faire hommage à l'Académie est un résumé des points les plus essentiels de nos connaissances anatomiques et physiologiques, touchant l'ensemble des parties constituantes élémentaires des animaux et des plantes.

» L'analyse anatomique poussée jusqu'à l'examen des dernières parties auxquelles on puisse, sans décomposition chimique, mais par simple ségrégation mécanique, ramener les tissus, montre que l'aspect extérieur qui nous est offert par ces derniers n'est que la *résultante*, si l'on peut ainsi dire, de l'association dans un ordre déterminé de corpuscules que l'œil ne peut apercevoir. Ce sont là les parties constituantes depuis longtemps désignées sous le nom d'*éléments anatomiques*, expression qui a droit de priorité et même d'exactitude sur toutes celles qu'on a tenté de lui substituer depuis. Chaque élément anatomique est doué d'une individualité spécifique qui lui est propre au point de vue de sa structure et des autres particularités relatives à sa constitution, aussi bien qu'au point de vue du rôle physiologique qu'il remplit à l'exclusion de tout autre ; de même encore, à partir du moment de son apparition, chacun suit dans son évolution, jusqu'à sa fin, une voie qui ne le conduit jamais à prendre les caractères ni les propriétés dévolus à quelque autre espèce d'élément que ce soit. On ne voit pas davantage des éléments de l'économie qui soient et restent *indifférents*, suivant

une expression proposée et qui soient susceptibles de passer ensuite (dans telle ou telle condition donnée) à un état spécifique et d'activité propre déterminés, variant selon ces conditions mêmes.

» Ces individus élémentaires n'ont manifestement une valeur organique que parce que chacun est facteur de quelque chose, selon l'expression de M. Chevreul. Aussi, les divers modes d'identification entre eux qu'on a tenté d'établir sous prétexte de généralisation et de simplification dans l'étude de ces corps n'ont fait que jeter de la confusion dans cette étude.

» Indépendamment de l'examen des questions qui concernent la constitution et la classification de l'ensemble de ces parties constituantes, ce travail traite des propriétés communes à tous les éléments anatomiques tant animaux que végétaux, savoir la génération, le développement et la nutrition, dites propriétés végétatives.

» Dans la rénovation moléculaire continue ou nutrition, l'acte d'assimilation consiste, comme on le sait, en une formation dans l'intimité de chaque élément anatomique, de principes immédiats qui sont semblables à ceux de la substance même de ce dernier ; ils sont pourtant différents de ceux du plasma sanguin, ou du contenu des cellules végétales ambiantes, qui en a fourni les matériaux avec transmission endosmo-exosmotique de chaque élément à ceux qui l'avoisinent, et réciproquement. Alors que cette formation l'emporte sur la décomposition désassimilatrice, elle amène l'augmentation de masse d'élément; mais, fait capital, cette formation de principes s'étend bientôt au delà, au dehors même de cet élément, dès qu'il a atteint un certain degré de développement; ce sont là ces principes immédiats qui, provenant surtout des éléments anatomiques ambiants et non du plasma sanguin, et qui, envisagés synthétiquement dans leur ensemble, comme un tout temporairement distinct des parties ambiantes, reçoivent le nom de *blastème.* A mesure qu'a lieu leur formation, ces principes ne peuvent pas ne pas s'associer moléculairement en une substance amorphe ou figurée, semblable à celle de composition immédiate analogue, qui a été la condition essentielle de la formation de ces mêmes principes.

» Telle est la cause directe de cette formation des principes constitutifs du nouvel individu élémentaire, formation qui elle-même est chimiquement la cause inévitable de leur réunion ou groupement moléculaire (1); car,

---

(1) Tous ces faits concernant la genèse des éléments anatomiques sont de même ordre que ceux qui, les confirmant en tous points, ont été découverts par M. Trécul (*Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 1865, t. LXI, p. 432). A part les différences

formation et association sont choses simultanées ou à peu près, en raison même des lois de l'affinité chimique, qui là, non plus qu'ailleurs, ne perd aucun droit. Tel est le mécanisme intime d'après lequel la nutrition d'une part, et l'arrivée du développement de chaque élément jusqu'à un certain degré d'autre part, deviennent les conditions nécessaires de l'accomplissement de la genèse ou génération de nouvelles particules élémentaires de substance organisée amorphe ou figurée.

» Il y a là, comme on le comprend facilement, tout un ordre de notions dont on ne saurait trop se pénétrer par un examen approfondi de la nutrition et du développement, si l'on veut comprendre quoi que ce soit à l'étude de la génération des éléments, notions dont la méconnaissance est la source des erreurs systématiques et des hypothèses contradictoires qui partagent encore bien des observateurs.

» Toute apparition de substance organisée, amorphe ou figurée, est caractérisée par ce fait que rien n'existant que des éléments anatomiques dont la substance est en voie de rénovation moléculaire continue, des éléments de même espèce ou d'espèce différente apparaissent de toutes pièces, par genèse ou génération nouvelle, à l'aide et aux dépens des principes immédiats fournis par les premiers; principes qui s'associent moléculairement en une masse de figure déterminée ou pour quelques-uns sans autre forme que celle que lui permettent de prendre les interstices qu'elle occupe lors de son apparition. Cette apparition a lieu ainsi sans qu'il y ait de lien généalogique substantiel direct de l'individu élémentaire nouveau avec les éléments préexistants, soit de même espèce, soit d'espèces différentes.

» Ce sont, comme on le voit, des éléments qui n'existaient pas et qui apparaissent; c'est une génération d'individus nouveaux qui ne dérivent

---

qui séparent les conditions dans lesquelles s'accomplit le phénomène, il n'y a pas de dissemblance essentielle, d'une part, entre la *genèse* de noyaux, de cellules, etc., soit dans la cavité d'autres cellules, soit dans les interstices d'éléments divers, et, d'autre part, l'apparition de végétaux microscopiques dans des *cellules fermées* et à parois épaisses de la moelle, du liber, etc., ainsi que dans les *méats intercellulaires* sur des fragments de plantes placées dans certaines conditions de fermentation; *corps vivants de nature très-différente des cellules dans le contenu ou dans les interstices desquelles ils sont nés*. Ces plantules naissent ainsi sans avoir de lien généalogique avec quelque partie que ce soit ayant forme et volume saisissables. Comme pour les éléments anatomiques proprement dits des tissus, on peut suivre toutes les phases de leur apparition, jusqu'à leur entier développement dans le contenu parfaitement homogène de cellules occupant leur siége naturel au milieu des autres dans tels ou tels tissus.

d'aucun autre directement. Ces éléments nouveaux, pour naître, n'ont besoin de ceux qui les précèdent ou les entourent au moment de leur apparition que comme condition d'existence et de production ou d'apport des principes qui s'associent entre eux ; d'où les termes *genèse, naissance,* etc. (1). Tout élément anatomique qui est né devient ainsi, par le fait même de son apparition, de son développement et de sa nutrition, la condition de la genèse d'un élément anatomique, d'espèce semblable ou différente, et par suite de l'apparition ou de l'accroissement d'un tissu, d'un organe, etc. ; il devient même, à certaines périodes, la condition de l'atrophie de quelque autre partie. C'est de la sorte que les éléments anatomiques deviennent successivement générateurs les uns des autres, sans qu'il y ait un lien généalogique direct entre la substance de celui qui apparaît et celle des éléments de même espèce ou d'une autre espèce entre lesquels il naît. C'est par cette série de conditions survenant successivement que s'établit la connexité qui existe entre l'apparition constante de plusieurs éléments à la fois, se montrant aussitôt avec une forme spécifique propre et leur réunion suivant un arrangement réciproque déterminé, conduisant ainsi pas à pas l'organisme à présenter les dispositions qui entraînent l'aptitude à l'accomplissement de chaque fonction.

» Ce travail montre enfin comment chacune des espèces d'éléments, qui n'est doué ni de sensibilité, ni de contractilité, remplit pourtant tel ou tel usage spécial en conséquence de ce que l'une ou l'autre de ses propriétés soit physiques soit végétatives s'y manifestent sous quelque rapport remarquable, y présente en quelque sorte un certain degré d'exagération, soit d'une manière absolue, soit relativement aux autres espèces d'éléments qui l'accompagnent dans un tissu. »

---

(1) Partout où existent des éléments anatomiques végétaux ou animaux en voie de rénovation moléculaire active, on peut saisir sur le fait l'apparition ou génération d'autres éléments dans leurs interstices ou dans leur cavité même. On n'a encore vu cette génération que là ; par suite, si la *genèse* des éléments anatomiques est une *génération spontanée*, en ce qu'elle consiste en une apparition de particules formées de substance organisée, alors qu'elles n'existaient pas là quelques instants auparavant, on voit aussi que par les conditions dans lesquelles a lieu cette apparition aujourd'hui bien connue, cette genèse est nettement distincte de l'*hétérogénie* ou génération d'êtres dans des milieux cosmologiques ou non organisés. Rien de plus nettement distinct, en effet, à cet égard, qu'un *milieu* représenté par des éléments anatomiques en voie de rénovation moléculaire continue et ceux qui servent à nos expériences sur l'*hétérogénie*.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Recherches expérimentales sur les produits de la distillation des betteraves.* (Première partie.) Note de **MM. Is. Pierre** et **E. Puchot**, communiquée par M. Wurtz. (Extrait.)

« Lorsqu'on suit avec attention une rectification ordinaire de flegmes de betteraves, on constate facilement que les premiers produits qui distillent ont une odeur désagréable, pénétrante, suffocante. On reconnait, de plus, que ces produits ont souvent l'inconvénient de donner des liquides susceptibles de se colorer *spontanément*, même dans des vases de verre bouchés à l'émeri. Enfin les moins mauvais de goût donnent des trois-six plus ou moins opalins au *coupage*.

» L'odeur désagréable de ces produits se manifeste assez longtemps, au grand mécontentement des rectificateurs, qui sont obligés de vendre à prix réduit ces premiers trois-six défectueux, pour n'en pas empoisonner leurs alcools de bon goût.

» Nous avons constaté que c'est à la présence de l'*aldéhyde* vinique, dont nous avons pu, non sans peine, isoler plusieurs litres, et aux dérivés de cette substance qu'il convient d'attribuer la plus grande part dans ces causes de dépréciation des trois-six fournis par la betterave. L'aldéhyde que nous avons séparée de ces alcools mauvais goût bout un peu au-dessous de 22 degrés, et est encore parfaitement limpide après treize mois de conservation.

» Lorsqu'on met à part pendant quelques heures un produit alcoolique aldéhydique bouillant entre 65 et 75 degrés, on constate qu'il possède la propriété de se réchauffer *spontanément*, alors même que le produit distillé a été condensé dans la glace ou dans un mélange réfrigérant. Ce réchauffement spontané peut, suivant les circonstances, donner lieu à une élévation de température de 10 à 20 degrés, quelquefois davantage.

» Lorsque, vers la fin d'une rectification, on déguste le produit qui se rend à l'éprouvette, on lui reconnaît une odeur plus ou moins prononcée d'alcool amylique, et à la fin de l'opération, celui-ci se dégage presque exempt d'autres produits alcooliques.

» En examinant de plus près l'alcool qui passe à la fin de la rectification, nous y avons trouvé encore d'autres substances parfaitement définies, telles que l'alcool *butylique* et l'alcool *propylique*.

» Pour contrôler la nature et la pureté de ces deux alcools, nous avons préparé les iodures et les acétates correspondants. Nous avons obtenu, du premier coup, ces dérivés à l'état de pureté presque complète, et en pro-

portions presque exactement théoriques, comme rendement. Nous en joignons des échantillons à l'appui de cette Note.

» Notre alcool butylique bout à 107°,5, il a pour densité, à 0 degré, 0,817; à 11 degrés, 0,809; à 55 degrés, 0,774; à 100 degrés, 0,732. Son iodure bout à 122°,5, son acétate, isomère avec le butyrate éthylique, bout vers 116 degrés.

» Notre alcool propylique bout vers 98°,5; sa densité est, à 0 degré, 0,820; à 10°,3, 0,812; à 51°,1, 0,780; à 84 degrés, 0,749. Son iodure bout vers 104°,5, et son acétate, isomère avec le butyrate méthylique, bout vers 105 degrés.

» Les deux acétates dont nous venons de parler paraissent se rapprocher beaucoup, par l'ensemble de leurs propriétés physiques, des butyrates qui sont isomères avec eux. Comme eux, leur odeur agréable de fruits rappelle tout à la fois celle de la banane, de l'ananas et de certaines poires, odeur dont nous avons retrouvé la trace dans quelques produits de la distillation de certaines eaux-de-vie sur lesquelles nous comptons revenir bientôt.

» Nous avons été à même d'observer plus d'une fois, dans le cours de ces recherches qui nous occupent depuis plus de trois ans sans interruption, la facilité avec laquelle on peut être trompé par les apparences, lorsqu'on n'opère que sur des quantités restreintes de liquide; nous avons reconnu également qu'il n'est pas toujours facile, en opérant sur certains mélanges doués d'une stabilité relative (sur laquelle nous reviendrons bientôt), de les distinguer d'un composé défini spécial.

» Enfin l'analyse élémentaire ne serait pas toujours, dans certains cas de cette nature, un moyen sûr de trancher la question; en effet, un mélange d'alcool méthylique et d'alcool propylique peut se présenter avec la même composition centésimale que l'alcool ordinaire

$$C^2H^4O^2 + C^6H^8O^2 = 2C^4H^6O^2;$$

de même un mélange d'alcool vinique et d'alcool butylique peut offrir la même composition centésimale que l'alcool propylique

$$C^4H^6O^2 + C^8H^{10}O^2 = 2C^6H^8O^2.$$

De même encore, un mélange d'alcool amylique et d'alcool propylique peut simuler la composition centésimale de l'alcool butylique

$$C^{10}H^{12}O^2 + C^6H^8O^2 = 2C^8H^{10}O^2;$$

de même encore, un mélange d'alcool vinique et amylique pourrait simuler

la composition centésimale de l'alcool propylique

$$2C^4H^6O^2 + C^{10}H^{12}O^2 = 3C^6H^8O^2.$$

» Enfin, pour ne pas multiplier indéfiniment les citations de cette nature, un mélange convenable d'eau, d'alcool amylique et d'alcool butylique pourrait représenter la composition centésimale de l'alcool propylique

$$3C^6H^8O^2 = C^8H^{10}O^2 + C^{10}H^{12}O^2 + 2HO;$$

ce dernier composé peut représenter encore les éléments de l'eau, de l'alcool amylique et de l'alcool vinique

$$C^4H^6O^2, 5C^{10}H^{12}O^2 + 6HO = 9C^6H^8O^2.$$

Si nous signalons ces difficultés pratiques, c'est parce qu'elles auront pu être une source d'embarras pour ceux qui se sont livrés à ce genre d'études, lorsqu'ils n'auront eu à leur disposition qu'une quantité de matière trop petite pour la pouvoir soumettre à des expériences de contrôle suffisamment variées. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre qui remplira, dans la Section de Médecine et de Chirurgie, la place laissée vacante par le décès de *M. Velpeau.*

Au premier tour de scrutin le nombre des Membres présents étant 58, et le nombre des votants étant également 58,

M. Laugier obtient.	40	suffrages.
M. J. Guérin	11	»
M. Vulpian.	4	»
M. Gosselin	2	»
M. Broca.	1	»

M. Laugier, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation de l'Empereur.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Addition au Mémoire sur l'établissement des régulateurs de la vitesse.* Note de **M. E. Rolland**, présentée par M. Delaunay.

(Commissaires : MM. Combes, Morin, Delaunay.)

« Dans le Mémoire que j'ai eu l'honneur de lire devant l'Académie dans sa séance du 20 mai 1867, j'ai signalé l'insuffisance des théories existantes du régulateur à force centrifuge, théories dans lesquelles il est envisagé exclusivement au point de vue statique. J'ai montré particulièrement qu'elles étaient impuissantes à rendre compte des oscillations à longues périodes qui se produisent dans le fonctionnement des régulateurs isochrones, et sont un des plus graves obstacles à l'adoption de ces appareils perfectionnés. J'ai établi enfin que la véritable cause de ces oscillations dangereuses devait être cherchée dans les conditions toutes particulières où se trouvent les régulateurs isochrones envisagés au point de vue dynamique, et qu'elles étaient d'autant plus à craindre que le moment d'inertie du mécanisme, considéré dans sa rotation autour du centre d'articulation des boules, était lui-même plus considérable.

» En raison de l'intérêt d'une telle conclusion, on ne s'étonnera pas que je tienne à la mettre hors de toute contestation; c'est le but que je me propose en complétant mon Mémoire primitif par la présente addition. Je crains, en effet, de m'être laissé entraîner par le désir d'éviter des longueurs dans la rédaction d'un travail déjà très-développé, et d'avoir, dans ce but, sacrifié peut-être un peu trop la clarté à la concision.

» Dans ma Note complémentaire, j'établis les équations du mouvement des régulateurs, et je démontre que, du moment où ces appareils sont isochrones ou même simplement doués de l'une des qualités essentielles de l'isochronisme, la vitesse angulaire de leurs boules autour de leurs centres de rotation est en raison inverse de la racine carrée du moment d'inertie de l'ensemble du système mobile, en admettant l'invariabilité des moments des différentes forces agissantes. Je démontre, de plus, que cette vitesse angulaire est indépendante de la vitesse normale du régulateur, c'est-à-dire de la valeur absolue de la vitesse de rotation de son arbre moteur. Je fais voir enfin que tout cela est vrai, quels que soient les moyens particuliers employés pour arriver à l'isochronisme. »

M. Chacornac adresse une Note concernant la constitution intime de la lumière et la formation des nébuleuses.

(Commissaires : MM. Faye, Laugier.)

M. Sycianko adresse une Note intitulée : « Le courant galvanique contre les ulcères ».

(Commissaires : MM. Cl. Bernard, Edm. Becquerel.)

M. Hoffmann adresse une Note relative à « l'emploi de l'acide phosphorique pour combattre les hémoptysies ».

M. J. Cayrade adresse, pour le concours du prix de Physiologie expérimentale : 1° un Mémoire manuscrit, sur la localisation des mouvements réflexes; 2° un autre Mémoire manuscrit, sur l'action physiologique de la delphine; 2° deux Mémoires imprimés, mentionnés au *Bulletin bibliographique*.

(Renvoi à la future Commission.)

M. J.-L. Prévost adresse, pour le concours des prix de Médecine et de Chirurgie (fondation Montyon), un Mémoire imprimé, portant pour titre : « De la déviation conjuguée des yeux, et de la rotation de la tête dans certains cas d'hémiplégie », et joint à cet envoi une indication manuscrite succincte des parties qu'il croit originales dans ce travail.

(Renvoi à la future Commission.)

M. Sawasz-Kiewicz adresse, de Bruxelles, un Mémoire ayant pour titre : « Le choléra, ses causes, et ses remèdes ».

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

CORRESPONDANCE.

M. le Directeur général des Douanes adresse à l'Académie un exemplaire du « Tableau général du Commerce de la France avec ses colonies et avec les puissances étrangères pendant l'année 1866 ».

M. Carvallo prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les

candidats à la place vacante dans la Section de Mécanique, par suite du décès de *M. Poncelet.*

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. **Joly** écrit, de Toulouse, pour prier l'Académie de vouloir bien l'inscrire parmi les candidats à l'une des deux chaires actuellement vacantes au Muséum.

Cette Lettre sera réservée pour l'époque où l'Académie aura à s'occuper de ces vacances.

M. **Chasles**, en faisant hommage à l'Académie, de la part de M. le Prince Boncompagni, du 1er fascicule d'un *Bullettino di bibliografia e di storia delle scienze matematiche e fisiche*, publié à Rome, s'exprime comme il suit :

« M. Boncompagni, qui depuis plus de vingt ans se consacre à la culture des sciences, s'est livré avec un zèle infatigable à la recherche, dans toutes les bibliothèques de l'Europe, d'ouvrages restés manuscrits, tels que divers Traités d'arithmétique et d'algèbre, traduits ou imités des ouvrages arabes, qu'il a mis au jour, et dont j'ai eu l'honneur d'entretenir plusieurs fois l'Académie (1).

» Aujourd'hui sa passion pour le progrès des sciences le porte à étendre ses vues et à publier un Bulletin mensuel, dans lequel il accueillera les communications de bibliographie et d'histoire des sciences mathématiques et physiques que les savants voudront bien lui adresser.

» Le premier numéro de ce Bulletin renferme un Mémoire du Père T. Bertelli, sur Pierre de Maricourt, connu sous le nom de *Petrus Peregrinus de Maricourt*, auteur du *Traité de l'aimant* adressé en 1268, sous forme de Lettre, à un chevalier de ses amis, Sigerus de Foucaucourt (2).

» L'Académie applaudira aux nouveaux efforts qu'un zèle éclairé, secondé par un noble désintéressement, inspire à M. le Prince Boncompagni. »

---

(1) *Comptes rendus*, t. XXXIV, p. 889; t. XXXIX, p. 1171; t. XL, p. 775; t. XLVIII, p. 1054; t. LX, p. 601; t. LXIV, p. 82.

(2) On lit dans le *Bulletin de la Société de Géographie* (avril et mai 1860) des Notices intéressantes de notre confrère de l'Académie des Inscriptions, M. D'Avezac, sur les premiers usages de la boussole, où il est question de ce *Traité de l'aimant* de Pierre de Maricourt.

ANALYSE. — *Note sur les équations modulaires; par* **M. C. Jordan.**

« On sait, par la théorie des fonctions elliptiques, que l'équation modulaire pour les transformations d'un degré premier p est du degré $p+1$. Si $p=5$, 7 ou 11, elle peut s'abaisser au degré p : ce fait remarquable, énoncé par Galois, a été retrouvé par M. Hermite et par M. Betti.

» Galois avait affirmé en outre que, si $p>11$, l'équation n'est susceptible d'aucun abaissement. Ce point ne paraît pas avoir été démontré, et nous allons l'établir.

» On sait que, par l'adjonction d'une racine carrée, on peut ramener le groupe de l'équation modulaire à ne plus contenir que les substitutions de la forme $\left| z \quad \dfrac{az+b}{cz+d} \right|$, où a, b, c, d sont des entiers tels que $ad-bc$ soit congru à un résidu quadratique de p, ou, ce qui revient au même, congru à 1 (mod. p), car on peut évidemment multiplier à la fois a, b, c, d par un entier quelconque, et par là réduire le déterminant à l'unité, sans altérer la substitution. On sait enfin que, pour que l'abaissement ait lieu, il faut et il suffit qu'on puisse déterminer un groupe H contenu dans le précédent G et d'un ordre p fois moindre.

» Or considérons le groupe G' formé des substitutions entières à deux indéterminées

$$\begin{vmatrix} x & ax+by \\ y & cx+dy \end{vmatrix} \quad \text{avec} \quad ad-bc \equiv 1 \ (\text{mod.}\, p).$$

Ses substitutions correspondent avec celles de G, de telle sorte que le produit de deux d'entre elles a pour correspondante le produit de leurs correspondantes. Si donc le groupe H existait, les substitutions de G' qui correspondent aux siennes formeraient un groupe H' contenant la $p^{\text{ième}}$ partie des substitutions de G'. Nous allons prouver que H' ne peut exister.

» On sait que G' contient $p(p+1)(p-1)$ substitutions : H' en contiendrait $(p+1)(p-1)$; son ordre étant premier à p, il ne contiendrait aucune substitution d'ordre p. Soient $S_1 \ldots S_\mu$ ses substitutions, T une substitution d'ordre p contenue dans G', celle-ci par exemple $\begin{vmatrix} x & x+y \\ y & y \end{vmatrix}$. Les $p(p+1)(p-1)$ substitutions de la forme $T^\rho S_\mu$ sont évidemment distinctes et représentent toutes celles de G'.

» Or soit k une racine primitive de p; la substitution $U = \begin{vmatrix} x & kx \\ y & k^{-1}y \end{vmatrix}$,

étant contenue dans G′, sera de la forme $T^\rho S_\mu$, et $T^{-\rho}U = S_\mu$ fera partie de H′. Mais posons $-k\rho + k^{-1}M \equiv kM$, puis $x' = x + My$. On voit sans peine que $T^{-\rho}U$ remplace x' par kx' et y par $k^{-1}y$. Si donc on prend pour indices x' et y au lieu de x et y, ce qui n'altère pas la forme du groupe G′, $T^{-\rho}U$ prendra la forme $S_\mu = \begin{vmatrix} x' & kx' \\ y & k^{-1}y \end{vmatrix}$.

» Cela posé, le nombre de celles des substitutions de H′ qui n'appartiennent à aucune des deux formes suivantes

$$(1) \qquad \begin{vmatrix} x' & ax' \\ y & dy \end{vmatrix},$$

$$(2) \qquad \begin{vmatrix} x' & by \\ y & cx' \end{vmatrix}$$

est un multiple de $\frac{1}{2}(p-1)^2$. Car soit $V = \begin{vmatrix} x' & ax' + by \\ y & cx' + dy \end{vmatrix}$ l'une d'elles: H′ contient les substitutions

$$S_\mu^m V S_\mu^n = \begin{vmatrix} x' & k^{n+m}ax' + k^{n-m}by \\ y & k^{m-n}cx' + k^{-n-m}dy \end{vmatrix},$$

qui sont en nombre $\frac{1}{2}(p-1)^2$; car, en faisant varier m et n, on pourra donner à k^{n+m} (mod. p) une quelconque α des $p-1$ valeurs $1, 2, \ldots, p-1$, et à k^{n-m} une quelconque des $\frac{1}{2}(p-1)$ valeurs $\beta = \alpha R$, dont le rapport R à α est un résidu quadratique de p. Il est clair d'ailleurs qu'aucune de ces $\frac{1}{2}(p-1)^2$ substitutions n'appartient aux formes (1) ou (2).

» Si H′ contient une autre substitution V′ qui n'appartienne pas aux formes (1) ou (2), il contiendra les $\frac{1}{2}(p-1)^2$ substitutions $S_\mu^{m'} V' S_\mu^{n'}$ évidemment distinctes des précédentes, ce qui fera $2 \cdot \frac{1}{2}(p-1)^2$ substitutions n'appartenant pas aux formes (1) et (2); s'il en contient davantage, il en contiendra au moins $3 \cdot \frac{1}{2}(p-1)^2$. Il en contiendra donc en général $r \cdot \frac{1}{2}(p-1)^2$.

» Il contient, en outre, celles des substitutions de la forme (1) que contient G′, lesquelles, ayant pour déterminant 1, se réduisent aux $p-1$ puissances de S_μ; enfin, s'il contient une substitution A de la forme (2), il contiendra toutes les substitutions de cette forme et de déterminant 1, lesquelles se réduisent aux suivantes AS_μ^n, en nombre $p-1$.

» L'ordre de H′ sera donc égal à

$$p-1+\frac{r}{2}(p-1)^2 \quad \text{ou} \quad 2(p-1)+\frac{r}{2}(p-1)^2,$$

suivant qu'il contiendra ou non une substitution telle que A. Mais il doit être égal à $(p+1)(p-1)$, ce qui montre que la première hypothèse est inadmissible, car p étant >11, $p-1+\frac{r}{2}(p-1)^2$ sera $<(p+1)(p-1)$ si $r<3$, et $>(p+1)(p-1)$ dans le cas contraire. La seconde hypothèse n'est elle-même admissible que si $r=2$, auquel cas toutes les substitutions de H′ seront d'une des quatre formes suivantes :

$$(3) \qquad S_\mu^n = \begin{vmatrix} x' & k^n x' \\ y & k^{-n} y \end{vmatrix},$$

$$(4) \qquad AS_\mu^n = \begin{vmatrix} x' & k^n y \\ y & -k^{-n} x' \end{vmatrix},$$

$$(5) \qquad S_\mu^n V S_\mu^m = \begin{vmatrix} x' & \alpha a x' + \alpha R b y \\ y & \alpha^{-1} R^{-1} c x' + \alpha^{-1} d y \end{vmatrix},$$

$$(6) \qquad S_\mu^{n'} V' S_\mu^{m'} = \begin{vmatrix} x' & \alpha' a' x' + \alpha' R' b' y \\ y & \alpha'^{-1} R'^{-1} c' x' + \alpha'^{-1} d' y \end{vmatrix},$$

où $a, b, c, d, a', b', c', d'$ sont des entiers donnés, α, α', R, R′ des entiers variables d'une substitution à l'autre, ces deux derniers étant résidus quadratiques.

» Parmi les coefficients a, b, c, d, un seul peut être nul, car $ad-bc\equiv 1$, et V n'appartenant ni à la forme (3) ni à la forme (4), on n'a à la fois ni $a=d=0$ ni $b=c=0$. Si l'un de ces coefficients s'annule, on peut supposer que c'est d, car, à cause de la symétrie entre x' et y, on peut admettre que c'est c ou d. Si $c=0$, H′ contient les substitutions

$$V = \begin{vmatrix} x' & ax'+by \\ y & dy \end{vmatrix} \quad \text{et} \quad A = \begin{vmatrix} x' & y \\ y & -x' \end{vmatrix}.$$

Il contiendra donc la suivante :

$$AV = \begin{vmatrix} x' & -bx'+ay \\ y & -dx' \end{vmatrix},$$

où c'est le quatrième coefficient qui s'annule, substitution que l'on peut prendre à la place de V.

» Cela posé, la substitution

$$S_\mu^m V S_\mu^n V = \begin{vmatrix} x' & (\alpha a^2 + \alpha^{-1} R^{-1} cb)\,x' + (\alpha R ba + \alpha^{-1} db)\,y \\ y & (\alpha ac + \alpha^{-1} R^{-1} cd)\,x' + (\alpha R bc + \alpha^{-1} d^2)\,y \end{vmatrix},$$

appartenant à H', devra être de l'une des quatre formes (3), (4), (5), (6). Suivant qu'elle appartiendra à l'une ou à l'autre de ces formes,

$$\alpha R ba + \alpha^{-1} db \equiv 0,$$

ou

$$\alpha a^2 + \alpha^{-1} R^{-1} cb \equiv 0 \quad (\text{avec } \alpha R bc + \alpha^{-1} d^2 \equiv 0),$$

ou

$$(\alpha a^2 + \alpha^{-1} R^{-1} cb)(\alpha R bc + \alpha^{-1} d^2) \equiv \alpha a . \alpha^{-1} d \equiv ad,$$

ou enfin

$$(\alpha a^2 + \alpha^{-1} R^{-1} cb)(\alpha R bc + \alpha^{-1} d^2) \equiv \alpha' a' . \alpha'^{-1} d' \equiv a'd'.$$

Donc, quels que soient α et R, la congruence

$$(7)\qquad \left\{\begin{aligned} &(\alpha R ba + \alpha^{-1} db)(\alpha a^2 + \alpha^{-1} R^{-1} cb) \\ &\quad \times [(\alpha a^2 + \alpha^{-1} R^{-1} bc)(\alpha R bc + \alpha^{-1} d^2) - ad] \\ &\quad \times [(\alpha a^2 + \alpha^{-1} R^{-1} bc)(\alpha R bc + \alpha^{-1} d^2) - a'd'] \equiv 0 \end{aligned}\right.$$

devra être satisfaite. Or elle n'est pas identique, le coefficient de la plus haute puissance de α n'étant pas nul; et si $d = 0$, elle est du sixième degré en α; si $d \gtrless 0$, du douzième : donc elle ne peut avoir plus de six ou de douze racines; mais elle a lieu, par hypothèse, pour $\alpha = 1, 2, \ldots, p-1$: donc $p - 1 \overline{\gtrless} 12$, d'où $p \overline{\gtrless} 13$, le cas de $p = 13$ ne pouvant lui-même se présenter que si $d \gtrless 0$.

« Ce cas doit lui-même être rejeté, car la congruence (7) ayant par hypothèse douze racines réelles, le facteur $\alpha a^2 + \alpha^{-1} R^{-1} cb$, égalé séparément à $0 \pmod{p}$, doit donner deux de ces racines. Mais avec la congruence

$$\alpha a^2 + \alpha^{-1} R^{-1} cb \equiv 0,$$

on a celle-ci

$$\alpha R bc + \alpha^{-1} d^2 \equiv 0,$$

d'où

$$\frac{a^2}{R bc} = \frac{R^{-1} cb}{d^2} \quad \text{ou} \quad a^2 d^2 \equiv b^2 c^2,$$

ou, comme $b^2 c^2 \equiv (ad - 1)^2$,

$$1 - 2ad \equiv 0.$$

On verrait de même que $1 - 2a'd' \equiv 0$, d'où $ad \equiv a'd'$; mais alors la congruence (7) aura un facteur double, et ses douze racines ne seront pas distinctes. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Note sur quelques phénomènes lumineux qui accompagnent les essaims d'étoiles filantes; par* **M. Phipson.**

« Je demande la permission de communiquer à l'Académie quelques observations sur certains phénomènes lumineux qui accompagnent les essaims périodiques d'étoiles filantes, phénomènes dont j'ai été moi-même témoin dans ces derniers temps, et qui paraissent avoir excité aussi la curiosité de plusieurs autres observateurs. En même temps, je dois faire mention ici d'un phénomène lumineux fort intéressant, observé lors de l'essaim du 14 novembre dernier, à l'île de la Trinité, au sujet duquel on a bien voulu m'adresser quelques détails.

» Dans un volume sur les « Météores et les Aérolithes », que M. Daubrée m'a fait l'honneur de présenter dernièrement à l'Académie, j'ai mentionné deux fois (p. 202 et p. 239), l'existence de certaines lueurs plus ou moins subites qui se manifestent pendant les nuits d'essaims périodiques d'étoiles filantes; et dans les *Comptes rendus de l'Académie* (t. LXIII, p. 959; 1866), j'ai indiqué l'apparence de ces lueurs lors de la splendide apparition du 14 novembre 1866.

» Plusieurs observateurs ont vu dans ces rayonnements subits, de couleur rougeâtre et jaunâtre, qui embrassent souvent un espace considérable du ciel et qui, d'autres fois, paraissent plus restreints, des phénomènes de nature électrique; tandis que d'autres ont cru qu'ils sont causés par l'explosion éloignée de bolides qui éclatent sous l'horizon de l'observateur, ce qui n'est pas très-probable.

» Or, en même temps que ces lueurs subites, qui ressemblent beaucoup à des éclairs éclatant sous l'horizon, mais qui, ainsi que je m'en suis assuré (*Comptes rendus, loc. cit.*), sont d'une tout autre nature, on a observé des lueurs fixes, rougeâtres ou jaunâtres, moins intenses que les premières, et persistantes pendant une grande partie de la nuit.

» J'ai été aussi témoin de cette seconde espèce de lueur atmosphérique, lors de l'essaim de 1866, si bien observé à Londres, et notre savant astronome M. Hind l'a comparée à la lueur qui accompagne souvent les aurores boréales.

» Bientôt après l'essaim du 14 novembre dernier (1867), M. Th.-W. Carr

m'a écrit de la ville Porte-d'Espagne, île de la Trinité, et a eu l'extrême obligeance de me faire part de toutes les observations faites, sous un ciel très-pur, pendant la durée du phénomène.

» L'essaim y a été aussi bien observé qu'à Washington, seulement l'heure du maximum d'intensité a été différente. (A mesure que l'on approche l'équateur, l'heure de ce maximum a retardé; ainsi à Torento au Canada, c'était $4^h 10^m$; à Washington, $4^h 25^m$; à la Guadeloupe, 5 heures environ, et à la Trinité, $5^h 15^m$ du matin.) Vers $5^h 15^m$, on vit à Porte-d'Espagne une véritable pluie d'étoiles partant du zénith, dont un très-grand nombre parurent tomber perpendiculairement du ciel à la terre; c'était, au dire de plusieurs personnes, comme si une porte s'était ouverte soudainement dans l'espace céleste pour laisser échapper cette pluie de feu, qui ne dura que fort peu de temps. On compte d'ailleurs :

De 2 à 3 heures....................	10 étoiles.
De 3 à 4 heures....................	84 étoiles.
De 4 à 5 heures....................	719 étoiles.
Et de 5 heures à $5^h 25^m$ (en 25 minutes)..	702 étoiles (indépendamment de celles qui tombèrent pendant quelques instants à $5^h 15^m$, dont le nombre ne put être compté).

» On vit encore des étoiles filantes, mais en moindre quantité, lorsque le jour perçait.

« J'arrive maintenant à un phénomène fort curieux, observé le soir du 13 novembre par M. Pashley, médecin de Porte-d'Espagne, et par quelques autres personnes.

» M. Pashley se rendait chez lui vers $9^h 15^m$ du soir, lorsqu'il vit dans le sud du ciel une lueur singulière, persistante, assez brillante et comme transparente. Elle avait la forme d'un immense candélabre à quatre branches, dont deux supérieures et deux inférieures; ces branches se recourbaient vers l'axe central de la figure, qui s'étendait depuis l'horizon jusqu'à près du zénith. A $9^h 30^m$, on fit un dessin au crayon de cette singulière lueur (dessin qui m'a été expédié avec les observations de M. Carr), et l'on remarqua plus tard qu'elle se transporta très-lentement, et sans mouvement apparent, du sud vers le sud-ouest. A 1 heure du matin du 14, elle fut presque sud-ouest juste. La lumière en était parfaitement tranquille et sans aucune scintillation ou corruscation. Plusieurs personnes l'ont vue, mais l'attention des observateurs ayant été appelée un peu plus tard sur les étoiles filantes, on n'en vit pas la fin. Les branches latérales de la figure

s'étendaient sur un espace de 80 degrés environ et s'élevaient au niveau du sommet de l'axe central.

» Pour moi, je ne doute pas que ce phénomène soit encore un exemple de ces lueurs atmosphériques qui accompagnent ou précèdent de quelques heures les essaims de météorites. En effet, j'ai remarqué de ces lueurs en 1866, un peu *avant* l'apparition de l'essaim de novembre. Il serait très-intéressant de constater si l'on avait remarqué à ces époques quelques perturbations de l'aiguille magnétique, afin de savoir si ces manifestations lumineuses ont quelques rapports avec les aurores électriques. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur l'eau oxygénée, considérée comme n'étant pas la cause des altérations que l'air atmosphérique fait subir aux papiers de tournesol mi-ioduré, employés comme réactifs de l'ozone.* Mémoire de **M. A. Houzeau**, présenté par M. Boussingault. (Extrait.)

« Lorsqu'en 1858, au Conservatoire des Arts et Métiers, j'informai l'Académie qu'il y avait de l'oxygène naissant ou ozone dans l'air atmosphérique (1), en me fondant sur l'alcalinité qu'acquérait, à l'air de la campagne, l'iodure de potassium neutre, alors qu'il conservait sa neutralité dans l'air confiné, je n'ignorais pas que la vapeur d'eau oxygénée partageait, avec l'ozone, cette propriété de rendre l'iodure alcalin en le transformant en oxyde de potassium (2). Mais à cette époque, on était loin de soupçonner, comme les curieuses expériences de M. Schœnbein et la remarquable interprétation qu'en a donnée M. Dumas (3), ont paru l'établir depuis que cette vapeur d'eau oxygénée prenait naissance dans un grand nombre de réactions chimiques, particulièrement lors de la combustion lente de diverses matières d'origine minérale ou organique; que par suite aussi, sa présence dans l'atmosphère, où tout au moins sur la surface des feuilles, était non-seulement possible, mais même probable.

» M. Fremy, prêtant plus tard à cette objection l'appui de son autorité à l'occasion du débat qui eut lieu devant l'Académie sur les observations

(1) Preuve de la présence dans l'atmosphère d'un nouveau principe gazeux, l'oxygène naissant (*Comptes rendus*, t. XLVI, 1858).

(2) Nouvelle méthode pour reconnaître et doser l'ozone (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LXVII).

(3) Dumas, Allocution sur les développements qu'ont reçus quelques-unes des principales découvertes de Thenard (*Compte rendu* de la séance annuelle de la Société de secours des Amis des sciences).

dites ozonométriques, on conçoit l'intérêt que j'avais moi-même à rechercher la vérité, soit pour modifier mes premières déductions, soit au moins pour les compléter.

» C'est le résultat de mes nouvelles études sur ce sujet que je soumets aujourd'hui au jugement de l'Académie.

» Je me suis occupé tout d'abord de rechercher l'eau oxygénée atmosphérique dans le cas où elle existerait, dans les premières pluies tombées loin des villes, et qui en lavant l'atmosphère devaient nécessairement la dissoudre. Mes essais ayant été négatifs, je la recherchai ensuite dans la rosée, qu'on sait être si abondante à la campagne pendant certaines nuits de l'été.

» La rosée recueillie tenait en suspension diverses substances qui en troublaient la limpidité. On la filtra sur place. On l'obtint claire, mais avec une couleur ambrée. 5 centimètres cubes essayés de suite comparativement avec le chloroforme ioduré et l'acide chromique (procédé Schœnbein) n'accusèrent aucune trace de peroxyde d'hydrogène. Rapportée au laboratoire, on en concentra immédiatement 2 litres par la congélation partielle, jusqu'à réduction à 4 centimètres cubes. 2 centimètres cubes furent essayés au chloroforme ioduré et les deux autres à l'acide chromique. Les résultats furent encore complétement négatifs.

» Dans la supposition que l'eau oxygénée avait pu être détruite par son contact avec l'herbe du pré où la rosée avait été recueillie, on songea à la saisir au milieu de l'air actif, en mettant au contact de ce dernier un vase de verre rempli de glace.

» L'expérience eut lieu dans la nuit du 12 au 13 juin de la même année. Ciel étoilé. Vent faible, grande activité chimique de l'air : les papiers vineux mi-iodurés, sensibles et peu sensibles, ont fortement bleui. Rosée recueillie, 360 centimètres cubes; elle est incolore. Pas de trace d'eau oxygénée, en opérant directement sur 10 centimètres cubes de cette rosée et à l'aide des réactifs ci-dessus, toujours employés comparativement. Concentration par le froid de 200 centimètres cubes de ladite rosée jusqu'à réduction à 3 centimètres cubes. Pas de traces encore d'eau oxygénée, c'est-à-dire que la liqueur n'en renferme pas $\frac{1}{25\,000\,000}$ de son poids.

» Pour s'assurer, toutefois, que ces résultats négatifs n'étaient pas dus à un principe contenu dans la rosée, agissant sur le peroxyde d'hydrogène, soit pour le détruire, soit pour en masquer la présence, nous avons ajouté à la rosée mise en réserve, c'est-à-dire à 100 centimètres cubes, une proportion d'eau oxygénée s'élevant à $0^{\text{millg}},122$. Après mélange intime, cette dis-

solution oxygénée, si diluée, a été réduite à 3 centimètres cubes par notre méthode de concentration (la congélation partielle), et les réactifs ci-dessus ont alors accusé nettement le peroxyde d'hydrogène. Donc, quand on n'en trouve pas dans la rosée, c'est qu'elle n'en renferme pas.

» Mais était-il bien certain que la condensation de l'humidité de l'atmosphère, par le contact d'un corps refroidi, fût de nature à emprisonner avec elle la vapeur d'eau oxygénée elle-même? D'autre part, la sensibilité des moyens employés pour rechercher le peroxyde d'hydrogène dans l'eau, était-elle en rapport avec celle des papiers de tournesol vineux destinés à faire apprécier l'activité chimique de l'air? Les faits suivants répondent à ces questions.

» Dans un vase de cristal, mouillé intérieurement avec quelques centimètres cubes d'eau pure, et d'une capacité disponible de 16 litres, on a rendu artificiellement l'air actif en y incorporant au maximum 0^{millg},122 d'eau oxygénée.

» Ce vase était clos hermétiquement par un entonnoir toujours rempli de glace et dont la pointe, fermée à la lampe, se rendait dans une petite fiole destinée à recueillir la rosée. Après dix heures d'expériences, pendant lesquelles la température de l'air du vase avait varié de 18 à 27 degrés, les papiers mi-iodurés *sensibles* disposés dans l'intérieur de la chambre en cristal furent seuls trouvés bleus (dans leur partie iodurée), tandis que les papiers *peu sensibles* étaient, au contraire, demeurés roses, c'est-à-dire, enfin, que l'air s'était montré moins actif dans cette synthèse qu'on ne l'avait observé précédemment dans les expériences faites en pleine campagne. Cependant les 3 centimètres cubes de rosée recueillis dans la petite fiole, indiquée plus haut, ont accusé *directement*, aux réactifs, la présence très-nette de l'eau oxygénée.

» Dans une expérience comparative faite à *blanc*, c'est-à-dire sans addition de peroxyde d'hydrogène, aucun des papiers n'avait bleui et la rosée obtenue n'a pu fournir la moindre trace d'eau oxygénée.

» Il suit de là que le peroxyde d'hydrogène, constaté sur l'eau condensée dans la chambre de cristal, ne s'était pas accru d'une manière artificielle pendant la durée de l'observation, et que la vapeur d'eau oxygénée, quand elle est disséminée dans l'air humide, peut être condensée en même temps que cette humidité.

» En conséquence, si nous n'avons pas trouvé d'oxyde hydrique dans la rosée extraite de l'air de la campagne, qui néanmoins bleuissait fortement le papier vineux *peu sensible*, c'est que cet air n'en contenait pas.

» *Conclusions.* — Donc, la vapeur d'eau oxygénée n'est pas la cause des altérations que l'atmosphère fait subir aux papiers de tournesol mi-iodurés employés pour apprécier son activité chimique. »

PHYSIOLOGIE. — *Nature du virus vaccin. Nouvelle démonstration de l'inactivité du plasma de la sérosité vaccinale virulente.* Note de **M. A. Chauveau**, présentée par M. Cl. Bernard.

« Dans ma première Note, je me suis engagé à mettre à l'abri de toute objection la proposition par laquelle je conclus, à savoir que le principe virulent du vaccin ne réside point dans les substances dissoutes qui forment la base du plasma de la sérosité vaccinale. Je viens donc examiner, dans cette nouvelle Note, les points sur lesquels ma première démonstration peut donner prise au doute.

» Cette première démonstration repose tout entière sur ce fait, que les substances retirées de l'humeur du vaccin, au moyen de la diffusion, se montrent complétement incapables de produire l'éruption vaccinale par leur inoculation. Mais ne pourrait-on pas attribuer ce défaut d'activité à une altération subie par les éléments du plasma, pendant que la diffusion les fait passer de l'humeur vaccinale dans l'eau pure. Jamais, il est vrai, altération analogue n'a été constatée, ou même soupçonnée, dans les expériences des physiciens qui ont déterminé les lois du phénomène de la diffusion. Cependant la spécialité du cas actuel impose, dans la déduction, une réserve toute spéciale, car on comprend, à la rigueur, que le mouvement moléculaire qui constitue la diffusion puisse imprimer aux substances albumineuses du plasma vaccinal une nouvelle métamorphose isomérique, qui les priverait de leur virulence.

» On peut encore objecter que le principe actif du vaccin, tout en étant dissous dans le plasma, échappe peut-être à l'action de la diffusion, et se trouve ainsi retenu dans l'humeur vaccinale. Mais pour qu'il en fût ainsi, il faudrait que la diffusion eût lieu à travers une membrane animale capable d'exercer sur ce principe une action dialytique. Et il n'en a point été ainsi dans mes expériences. J'ai toujours opéré la diffusion sans membrane intermédiaire entre l'humeur vaccinale et l'eau pure. Toutes les substances dissoutes dans l'humeur ont dû nécessairement passer dans l'eau, plus ou moins suivant leur pouvoir diffusif. Aussi tout ce que l'on peut retenir de cette objection, c'est que le pouvoir diffusif de la substance plasmatique virulente est peut-être extrêmement faible, et que la diffusion, prolongée

pendant quarante-huit heures, est incapable de l'amener dans l'eau en quantité suffisante pour agir. Cependant réduite à ces proportions, l'objection est encore sérieuse et doit être prise en considération.

» D'autres objections se présentent encore. Mais mises en présence des faits que j'ai déjà publiés ou de ceux que je vais faire connaître, elles perdent toute valeur. Aussi ne m'occuperai-je que des deux qui viennent d'être exposées ci-dessus.

» Ces deux objections me mettent dans la nécessité de démontrer que le plasma vaccinal non soumis à la diffusion n'a pas plus d'activité que celui qui en a éprouvé les effets.

» Dans les nouvelles expériences instituées pour donner cette démonstration, j'ai été guidé par le raisonnement suivant : Si le plasma est la partie active de l'humeur vaccinale, si le principe virulent de cette humeur réside dans les substances qu'elle tient en dissolution, et non pas dans celles qui y sont en suspension, ce principe est également réparti entre les molécules de la masse liquide tout entière. Toutes renferment la même quantité du principe virulent; toutes présentent la même activité. Qu'on étende d'eau l'humeur vaccinale, son plasma conservera la même homogénéité de composition, et l'activité virulente restera encore également distribuée entre toutes ses particules. Les choses étant ainsi, si la dilution est poussée à un degré suffisant, cette activité pourra être complétement annihilée, comme l'est, par exemple, celle d'une solution trop étendue de diastase ou de pepsine. Mais avant d'arriver à cette annihilation, la dilution graduellement augmentée doit affaiblir aussi graduellement l'activité virulente, atténuation qui se traduira dans la manifestation des effets produits par les inoculations. De plus, dans tous les cas, ces inoculations, pratiquées exactement de la même manière, avec la même dilution vaccinale, devront être suivies des mêmes résultats. C'est la conséquence nécessaire de l'homogénéité du plasma; c'est le résultat auquel on reconnaîtra que la substance virulente est en dissolution dans l'humeur vaccinale.

» Raisonnons maintenant dans l'autre hypothèse. Si le plasma est inactif, si la virulence de l'humeur vaccinale appartient aux corpuscules que ce liquide tient en suspension, cette virulence n'est pas répandue dans le vaccin d'une manière réellement homogène, puisque l'homogénéité dépend alors de la perfection plus ou moins grande d'un mélange. Néanmoins, quand les corpuscules virulents sont extrêmement nombreux dans l'humeur vaccinale, la plus minime gouttelette, puisée au hasard au sein de la masse, contiendra presque nécessairement un ou plusieurs de ces corpuscules, et

la gouttelette sera ainsi douée de l'activité virulente. Mais il n'en est plus de même si les corpuscules virulents sont, au contraire, très-peu abondants relativement à la quantité de plasma, comme il arrive lorsqu'on a dilué suffisamment l'humeur vaccinale. La gouttelette puisée alors dans la masse liquide pourra fort bien ne contenir aucun de ces corpuscules, et cette chance sera d'autant plus grande que la dilution sera plus étendue. Or, suivant qu'elle renfermera ou ne renfermera pas le principe virulent, cette gouttelette sera ou ne sera pas active, son inoculation produira ou ne produira pas la vaccine. Nous serons loin de cette identité d'effet qu'entrainerait nécessairement la localisation de l'activité virulente dans le plasma.

» Ce n'est pas tout, cette localisation implique encore, comme je l'ai démontré, l'atténuation graduelle de l'activité du principe virulent dans les cas de dilution graduellement croissante. Observerait-on cette atténuation, si la virulence résidait dans les éléments solides du vaccin? Certainement non. Il n'importe nullement, pour l'activité de ces éléments, qu'ils flottent dans une quantité plus ou moins grande de véhicule, pourvu que ce véhicule ne soit pas de nature à les altérer. La dilution les éloigne les uns des autres, mais ne peut amoindrir en rien l'activité propre de chacun d'eux. Aussi, si le hasard veut que la pointe d'une lancette, plongée dans une dilution vaccinale très-étendue, ramène un ou plusieurs corpuscules virulents, l'inoculation produira une éruption dont les caractères ne seront point atténués, et se montreront identiques à ceux des pustules engendrées par l'inoculation du vaccin pur.

» Cette discussion montre tout le parti qu'on pourrait tirer de l'inoculation comparative du fluide vaccin graduellement dilué, pour la solution de l'importante question de l'activité du plasma des humeurs virulentes. Les expériences que j'ai faites, dans le but d'étudier les résultats de cette inoculation comparative, ont été exécutées dans les conditions suivantes : Sur un même sujet (enfant, cheval ou vache) on inoculait simultanément à la peau, par les procédés ordinaires, d'une part du vaccin pur de bonne qualité, d'autre part plusieurs dilutions vaccinales formées avec le même virus étendu d'une quantité d'eau graduellement croissante. On avait soin de faire, pour chaque série d'inoculations, le même nombre de piqûres, et de charger la lancette toujours avec la même quantité de liquide. Ces expériences ont été très-multipliées, de manière à essayer l'activité des humeurs vaccinales diluées au plus grand nombre de degrés possible. C'est ainsi que je suis arrivé, dans mes dernières séries, à inoculer le fluide vaccin étendu dans 150 fois son poids d'eau.

» En général, les premières dilutions se sont montrées aussi actives que le vaccin pur. Les vaccinations faites avec le vaccin étendu de 2 à 15 fois son poids d'eau comptent, en effet, presque autant de succès que de piqûres. A partir de la dilution au 50e, au contraire, les inoculations échouèrent le plus souvent. J'ai cependant, dans un cas, obtenu une pustule sur dix piqûres faites avec du vaccin étendu dans 150 fois son poids d'eau. Quant aux inoculations pratiquées avec les dilutions vaccinales comprises entre la 15e et la 50e, les unes avortèrent, les autres réussirent, mais le nombre des piqûres avortées fut toujours plus grand avec les dilutions étendues. A ces résultats ajoutons une observation importante : dans tous les cas où l'inoculation réussit, l'éruption se comporta absolument de la même manière. La pustulation suivit une marche et présenta des caractères identiques à ceux de la pustulation produite par l'inoculation du vaccin pur. Échec ou succès, tout a donc été net et complet dans ces expériences. Jamais il ne s'est rien manifesté de mixte, d'intermédiaire ou d'atténué dans les effets de mes inoculations.

» Ainsi le résultat de ces expériences a été sur tous les points contraire à la présence du principe virulent dans le plasma de la sérosité vaccinale, et en conformité parfaite avec l'activité virulente des éléments solides flottants dans cette sérosité.

» Arrivée à ce point, la démonstration de l'inactivité du plasma ne me paraît rien laisser à désirer. Je citerai cependant encore à l'appui de cette démonstration une des plus importantes expériences que j'ai consacrées à la recherche de la nature des virus vaccin.

» Comme on vient de le voir, l'humeur vaccinale très-diluée ne peut s'inoculer à la lancette que très-exceptionnellement. Si c'est réellement parce que les corpuscules virulents, très-éloignés les uns des autres par la dilution, ne sont amenés qu'exceptionnellement sur la pointe de l'instrument, l'inoculation en masse du liquide dilué devra, au contraire, réussir à tout coup, parce qu'elle mettra tous les corpuscules virulents contenus dans ce liquide en contact avec l'organisme. Or c'est ce qui ne manque jamais d'arriver. En injectant dans l'appareil circulatoire du vaccin dilué à n'importe quel degré, on infecte à coup sûr le sujet d'expérience. Un des plus beaux *horsepox* artificiels que j'aie obtenus a été produit par l'injection intraveineuse de 8 milligrammes de sérosité vaccinale étendue dans 400 fois son volume d'eau. Le liquide, inoculé à la lancette à plusieurs animaux, avant l'injection, n'avait cependant pu faire pousser sur eux une seule pustule vaccinale. »

A la suite de cette communication, **M. Pasteur** présente les remarques suivantes :

« Les expériences de M. le Dr Chauveau offrent un grand intérêt. Les analogies qu'elles permettent d'établir, à quelques égards, entre la partie active du vaccin et la nature des organismes des fermentations proprement dites, m'engagent à soumettre à leur auteur une observation qui m'est suggérée par les singuliers effets de l'oxygène libre sur les vibrions qui occasionnent, ainsi que je l'ai démontré, la transformation des divers sucres ou du lactate de chaux en acide butyrique dans la fermentation qui porte ce nom.

» Il serait désirable que M. le Dr Chauveau voulût bien rechercher si l'oxygène dissous dans l'eau servant à la diffusion ou à la dilution du vaccin n'a pas une influence sur les propriétés des principes qui le composent. Il ne serait pas difficile d'opérer à l'abri de l'air et avec une eau désaérée. Les effets des liquides et des solides seraient-ils les mêmes? S'il y a une différence, dans quel sens existe-t-elle?

» Les expériences de M. le Dr Chauveau donneront lieu à une foule de recherches nouvelles. Par exemple, il est à souhaiter que M. le Dr Villemin, à qui l'on doit l'importante découverte de l'inoculation de la matière des tubercules de la phthisie pulmonaire, reproduise avec cette matière des essais semblables à ceux que vient d'instituer M. le Dr Chauveau sur les principes composant le vaccin. Les expériences célèbres de M. le Dr Davaine sur la maladie charbonneuse gagneront également en précision par des tentatives de cette nature. »

M. J. Cloquet demande ensuite la parole, et s'exprime comme il suit :

« Je considère la communication qui vient d'être faite à l'Académie comme très-importante, non-seulement sous le rapport scientifique, mais encore relativement à l'hygiène publique et à la pratique de l'inoculation de la vaccine. Si, en effet, de nouvelles expériences confirment les résultats obtenus par M. Chauveau, si le virus vaccin étendu d'eau de 15 fois son volume, et au delà, peut être inoculé aussi sûrement que le vaccin pur, il sera beaucoup plus facile à recueillir en plus grande quantité avec sa propriété d'être inoculé, soit qu'on l'enferme entre des plaques de verre, soit qu'on le recueille dans des tubes de verre, et on sera à l'avenir certain de ne pas manquer de vaccin, comme cela arrive quelquefois, et de répandre plus largement les bienfaits de la vaccine. »

« **M. de Quatrefages** fait observer que les résultats de la dilution du vaccin rappellent ceux qu'entraîne la dilution du liquide fécondant. Dans les expériences de fécondation artificielle qu'il a faites bien souvent, en particulier dans celles qui ont porté sur les Hermelles, il a vu le nombre des œufs fécondés demeurer le même, bien qu'il ajoutât de l'eau de mer au sperme des mâles, mais seulement jusqu'à une certaine limite. Celle-ci une fois franchie, le chiffre des fécondations diminuait à mesure qu'on augmentait la quantité d'eau. Le liquide filtré perdait toute vertu fécondante. Ces expériences faites sur des animaux marins ont du reste donné des résultats analogues à ceux qu'avaient déjà obtenus Spallanzani, MM. Prévost et Dumas, etc. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Recherches expérimentales sur l'emploi agricole des sels de potasse; par* **M. P.-P. Dehérain.**

2e *série d'essais; récolte de* 1867.

« L'attention que les chimistes agronomes accordent aux engrais minéraux, la découverte des sels de potasse dans le gisement de Stassfurt-Anhalt, nous ont décidé à entreprendre, pendant la campagne de 1866-67, une nouvelle série d'essais, analogues à ceux que nous avons faits l'an dernier (1).

» Les expériences ont porté sur la culture des pommes de terre, des betteraves et du froment; elles ont été disposées, avec l'aide attentive de M. Bertrand, répétiteur d'agriculture à l'École de Grignon, sur la partie du domaine de l'École nommée *Pièce des 26 arpents*. Nous donnerons, dans une prochaine communication, une analyse de plusieurs échantillons de cette terre, qui est remarquablement homogène; elle est, au reste, pauvre en potasse soluble dans l'eau, ce qui était favorable aux essais. La Pièce des 26 arpents avait porté, en 1865, un blé succédant lui-même à un trèfle.

» A l'inspection des tableaux ci-joints, on reconnaîtra que les carrés (4 ares) ont non-seulement reçu des sels de potasse, mais aussi quelques-uns des engrais chimiques préconisés aujourd'hui.

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXIV, p. 863 et 971.

TABLEAU I. — *Culture des pommes de terre.* — *Variété Marjolin.*
(Tous les nombres sont rapportés à l'hectare.)

Nos des expériences.	NATURE des engrais employés.	PRIX des 100 kil. avec le transport.	POIDS ET PRIX des engrais employés. Poids.	Prix.	VOLUME des tubercules récoltés.	VALEUR de la récolte à 7 fr. l'hectolitre.	VALEUR, dépense d'engrais déduite.	GAIN OU PERTE comparés aux carrés sans engrais N° 5.	N° 11.	POIDS de l'hectolitre.
		fr	kil	fr	hect	fr	fr	fr	fr	kil
1	Engrais de potasse (Vorster et Grüneberg)	13,50	750	100,25	116,7	816,90	716,65	—308,85	—368,35	72
2	Engrais de potasse (Vorster et Grüneberg)	13,50	1500	200,50	100,0	700,00	499,50	—426,00	—585,50	73
3	Engrais de potasse concentré	23,50	500	117,50	138,7	970,90	853,40	—172,10	—231,60	74
4	Engrais de potasse concentré	23,50	1000	235,00	145,0	1015,00	780,00	—245,50	—305,00	75
5	Rien (Témoin)	0	0	0	146,5	1025,50	1025,50	//	//	68
6	Engrais de potasse Phosphoguano	13,50 35,00	750 200	170,25	168,0	1176,00	1005,75	— 19,75	— 79,25	70
7	Engrais de potasse Sulfate d'ammoniaque	13,50 40,00	750 200	180,25	173,0	1211,00	1030,75	+ 5,25	— 54,25	68
8	Engrais de potasse Sulfate d'ammoniaque Phosphoguano	13,50 40,00 35,00	750 200 200	250,25	178,0	1246,00	995,75	— 29,75	— 89,25	72
9	Sulfate d'ammoniaque	40,00	200	80,00	169,0	1183,00	1103,00	+ 77,50	+ 18,00	69
10	Phosphoguano	35,00	200	70,00	152,5	1067,50	997,50	— 28,00	— 87,50	71
11	Témoin	0	0	0	155,0	1085,00	1085,00			60

TABLEAU II. — *Culture des betteraves.* — (*Rose de Flandres-Silésie.*)
(Tous les nombres sont rapportés à l'hectare.)

Nos des expériences.	NATURE des engrais employés.	PRIX des 100 kil. avec le transport.	POIDS ET VALEUR des engrais consommés. Poids.	Valeur.	POIDS des betteraves récoltées.	VALEUR des betteraves, 18 fr. les 1000 kil.	VALEUR de la récolte, dépense d'engrais déduite.	PERTE comparée aux carrés sans engrais N° 5.	N° 11.
		fr	kil	fr	kil	fr	fr	fr	fr
1	Engrais de potasse	13,50	1000	135,00	29 625	533,25	398,25	—623,25	—605,25
2	Engrais de potasse	//	2000	270,00	43 000	774,00	504,00	—517,50	—499,50
3	Engrais de potasse concentré	23,50	750	176,25	49 625	893,25	717,00	—304,50	—286,50
4	Engrais de potasse concentré	//	1500	352,50	54 125	974,25	621,75	—399,75	—381,75
5	Rien (Témoin)	0	0	0	56 750	1021,50	1021,50	//	//
6	Engrais de potasse Phosphoguano	13,50 35,00	1000 200	205,00	59 625	1073,25	868,25	—153,25	—135,25
7	Engrais de potasse Sulfate d'ammoniaque	13,50 40,00	1000 200	215,00	58 500	1053,00	838,00	—183,50	—165,50
8	Engrais de potasse Sulfate d'ammoniaque Phosphoguano	13,50 40,00 35,00	1000 200 200	285,00	60 225	1084,05	799,05	—222,45	—204,45
9	Sulfate d'ammoniaque	40,00	200	80,00	57 500	1035,00	955,00	— 66,50	— 48,50
10	Phosphoguano	35,00	200	70,00	57 500	1035,00	965,00	— 56,50	— 38,50
11	Rien (Témoin)	0	0	0	55 700	1003,50	1003,50		

TABLEAU III. — *Culture du blé d'automne.*
(Tous les nombres sont rapportés à l'hectare.)

Nos des expériences.	NATURE des engrais employés.	PRIX des 100 kil. avec le transport.	POIDS de l'engrais employé.	VALEUR des engrais employés.	VOLUME du grain récolté.	POIDS de la paille récoltée	VALEUR du grain récolté, 25 fr. l'hectol.	VALEUR de la paille, 70 fr. les 1000 kil.	VALEUR de la récolte, dépense d'engrais déduite.	GAIN OU PERTE comparés aux carrés sans engrais N° 4.	N° 11.	POIDS de l'hectolitre de grain.
		fr	kil	fr	hect	kil	fr	fr	fr	fr	fr	kil
1	Sulf. de potasse et de magnésie (H. Merle)	17,00	550	93,50	20,50	4250	512,50	297,50	716,50	+110,60	+ 48,00	68,50
2	Engrais de potasse...	13,50	750	101,25	19,50	3400	487,50	238,00	624,25	+ 18,30	— 44,25	67,50
3	Engrais de potasse concentré.	23,50	300	70,50	16,50	3100	412,50	217,00	559,00	— 46,90	—109,50	70,00
4	Rien (Témoin).	0	0	0	15,50	3120	387,50	218,40	605,90	"	"	65,00
5	Engrais Merle SO³KO.SO³MgO.6HO	17,00	550	163,50	26,50	4700	662,50	329,00	828,00	+221,10	+159,50	70,00
	Phosphoguano......	35,00	200									
6	Engrais de potasse. .	13,50	750	171,25	32,00	5400	800,00	378,00	1006,75	+400,85	+338,25	67,50
	Phosphoguano......	35,00	200									
7	Engrais de potasse concentré.	23,50	300	140,50	27,50	5100	687,50	357,00	904,00	+298,10	+235,50	72,50
	Phosphoguano......	35,00	200									
8	Engrais Merle.......	17,00	275	46,75	25,50	4650	637,50	325,50	916,25	+310,35	+247,75	70,00
9	Engrais de potasse. .	13,50	375	50,65	30,00	5200	750,00	364,00	963,30	+357,40	+294,80	71,00
10	Engrais de potasse concentré.	23,50	150	35,25	24,50	4750	612,50	332,50	910,00	+304,10	+241,50	70,00
11	Rien (Témoin).	0	0	0	17,50	3300	437,50	231,00	668,50			60,00
12	Dolomie de Beynes..	0,50	1000	5,00	19,00	3500	475,00	245,00	715,00	+109,10	+ 46,25	62,50

Conclusions.

» 1. Les résultats insérés au tableau n° I démontrent que les sels de potasse, employés seuls, n'ont produit aucun effet utile sur les *betteraves;* un mélange de sels de potasse, de sel ammoniacal et de phosphoguano a légèrement augmenté la récolte, mais d'une façon insuffisante pour amener un bénéfice. Tous les engrais artificiels ont occasionné des pertes sensibles.

» 2. Les engrais de potasse purs n'ont pas augmenté la quantité des *pommes de terre* récoltées; le mélange des engrais de potasse avec les sels ammoniacaux et le phosphoguano a augmenté légèrement la récolte, sans amener de bénéfices. L'emploi des engrais artificiels, à l'exception du sulfate d'ammoniaque, a toujours été onéreux.

» 3. Les engrais de potasse purs ont en général augmenté la récolte de *froment;* ils l'ont encore augmentée quand ils ont été mélangés avec des sels ammoniacaux et du phosphoguano. En général, l'emploi des engrais artificiels a été avantageux.

» 4. Les résultats obtenus sont semblables à ceux de la campagne de 1865-66, pendant laquelle on avait aussi observé que les sels de potasse donnaient un bénéfice sensible sur le froment et occasionnaient toujours des pertes sur les betteraves, et la plupart du temps sur les pommes de terre.

» J'indiquerai, dans une prochaine communication, comment on peut interpréter ces résultats. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Examen qualificatif et quantitatif de la farine de seigle et des liquides alcooliques au moyen du chloroforme.* Note de **M. Rakowitsch**, présentée par M. Payen.

« A l'aide de mon appareil au chloroforme, on peut facilement reconnaître en quelques minutes les différents mérites et défauts de la farine et spécialement :

» 1° La quantité de son contenu dans la farine de seigle, ce qui nous amène à distinguer entre elles les différentes sortes : ordinaire, blé égrugé, fleur de farine et recoupe ;

» 2° La quantité d'humidité contenue dans la farine, depuis 10 jusqu'à 25 pour 100 ;

» 3° La farine avariée ;

» 4° Les mélanges et les quantités de matières inorganiques, telles que sable, terre, craie, etc.

» 5° On peut séparer le seigle ergoté, l'ivraie, la spégule, les choux-raves, le cobja, etc. Rien de plus important que la découverte du seigle ergoté, qui est si pernicieux à la santé ; il se sépare aisément de la farine par le chloroforme.

» Toutes ces déterminations sont fondées sur le rapport du poids spécifique qui existe entre le chloroforme liquide et les parties intégrantes de la farine et de ses alliages. En effet, le son se sépare d'une manière distincte de la farine mêlée au chloroforme, monte dans le tube et y occupe un espace déterminé qu'il est facile de mesurer par les degrés du tube d'essai. Le sable, les parcelles de terre, et en général toutes les substances minérales se séparent encore plus facilement de la farine et forment au fond du cylindre un dépôt dont la hauteur se mesure aux degrés mêmes du tube. Les parties de farine pure se dispersent dans toute la dimension du chloroforme et ne peuvent être amenées au fond du cylindre que par la diminution du poids spécifique du chloroforme qu'on obtient par l'addition de l'esprit-de-

vin au 95e. Il faut ajouter d'autant plus d'esprit-de-vin qu'il y a plus d'humidité dans la farine, ou que son poids spécifique est moins considérable, et *vice versâ*. En conséquence, la quantité d'esprit-de-vin à ajouter permet de juger de la quantité d'humidité présente dans la farine. C'est sur cette même loi que se fonde la distinction du seigle ergoté des autres ingrédients noirs qu'on trouve dans la farine.

» *Alcoomètre.* — A l'aide de l'alcoomètre au chloroforme, dont je suis l'inventeur, on peut déterminer la quantité d'alcool qui existe dans l'eau-de-vie, l'esprit-de-vin, les liqueurs, les vins, la bière, le cidre, etc.

» Toutes ces déterminations se font sans avoir recours à une distillation préalable ni au pèse-liqueur. Elles sont fondées sur les affinités chimiques qui existent entre l'alcool et le chloroforme et la non affinité du chloroforme et de l'eau, sur la différence de densité de ces liquides, et enfin sur la propriété que l'eau possède de retenir les substances qui y sont solubles. L'essence du procédé consiste dans la propriété du chloroforme d'extraire du liquide spiritueux une partie d'alcool en proportion directe de sa force et *vice versâ*. Le ménisque sert de moyen palpable pour déterminer la quantité extraite d'alcool, il se forme entre les deux liquides dont celui qui est en bas est le chloroforme avec l'extrait de vin et celui d'en haut est le liquide en état d'analyse avec les objets extractifs. »

GÉOLOGIE. — *Étude des tremblements de terre de Céphalonie* (11 *février* 1867) *et de Mételin* (6 *mars* 1867). Note de **M. Fouqué**, présentée par M. Ch. Sainte-Claire Deville.

« Au commencement de l'année dernière, deux tremblements de terre d'une grande violence sont venus, à un mois d'intervalle, ravager les deux îles de Céphalonie et de Mételin.

» La première secousse du tremblement de terre de Céphalonie s'est produite le 11 février, à 6 heures du matin. Le vent était nord-est, la pression barométrique dépassait 760 millimètres, et la température moyenne avait été d'environ 6 degrés pendant la nuit. Cette secousse a été forte; elle a duré à peu près trente secondes. Vers 7 heures, il s'en est produit une seconde, presque aussi intense que la première. Trois ou quatre commotions plus faibles ont suivi, puis, à 10 heures, a eu lieu une nouvelle secousse, comparable aux deux premières par son énergie. Depuis lors jusqu'au mois d'avril, il ne s'est pas passé un seul jour sans qu'on ait ressenti plusieurs secousses, mais toutes n'ont plus offert qu'une médiocre intensité.

» Les désastres ont été considérables, mais très-inégalement distribués. La région orientale de l'île a subi des dommages relativement peu importants, et même, de ce côté, les secousses n'ont été réellement fâcheuses que pour les districts voisins du golfe d'Argostati. Cette partie orientale de l'île est traversée du nord au sud par une haute chaîne de calcaire métamorphique, qui semble avoir arrêté l'ébranlement, puisque, sur son versant est, les désastres ont été presque nuls. Au contraire, la région occidentale comprenant les trois districts des Anogètes, des Mesogètes et des Katogètes, a été extrêmement maltraitée ; beaucoup de villages y ont été entièrement réduits en ruines, et le nombre des victimes y a été très-grand. L'observation des désastres montre donc que le centre de l'ébranlement séismique se trouvait du côté occidental de l'île. On peut même penser qu'il se trouvait précisément au-dessous des villages de Riphi et de Damoulianata. En effet, en observant, dans les différents villages, les directions suivant lesquelles l'écroulement des maisons s'est opéré, on peut, en chaque point, déterminer la direction principale des secousses du tremblement de terre, et on s'aperçoit que toutes ces directions convergent sensiblement vers l'emplacement des deux villages en question. En outre, à Riphi et à Damoulianata, on voit que l'écroulement des maisons s'est opéré dans tous les sens; il semble que les secousses aient été exclusivement verticales. Les moulins à vent qui s'élèvent au sommet de la colline ont été effondrés sur eux-mêmes, comme si les pierres de leurs murailles avaient été lancées en haut par un choc souterrain et étaient retombées verticalement. Il est à remarquer que les villages de Riphi et de Damoulianata sont situés au sommet d'un plateau de calcaire métamorphique; les constructions y reposent donc sur un excellent sol de fondation, et beaucoup d'entre elles étaient bâties avec soin. Il faut donc attribuer le bouleversement complet de ces deux villages uniquement à la nature des secousses qui ont agi là directement de bas en haut. Les deux villages de Skinea et d'Agia Thekla, situés près de ceux-ci, n'ont guère été moins maltraités; cependant, on y distingue déjà une certaine régularité dans la disposition des ruines, et l'on peut voir que les secousses s'y sont produites principalement dans la direction est-ouest.

» La partie basse des districts des Mesogètes et des Katogètes a dû également à une circonstance particulière une augmentation dans les dommages qu'elle a éprouvés. Le sol y est, en effet, formé dans ses parties superficielles par une couche épaisse d'argile facilement délayable dans l'eau, que surmonte une assise mince de sable calcaire sans consistance, rempli de fossiles pliocènes. Sur un pareil terrain, les constructions ne

peuvent présenter une grande solidité. Il est même arrivé que des masses considérables de ce sol meuble se sont détachées tout d'une pièce et ont glissé par l'effet du tremblement de terre. Je dois ajouter qu'il n'existe dans l'île de Céphalonie aucune roche éruptive et qu'on n'y observe non plus aucun phénomène qui tienne de près ou de loin à l'action volcanique.

» Le tremblement de terre de Mételin a eu sa première secousse le 6 mars, à $6^h 30^m$ du soir. Pendant la journée, l'atmosphère avait été calme, le baromètre indiquait une pression supérieure à 760 millimètres, la température était d'environ 10 degrés et le vent nord-est faible. La première commotion a été de beaucoup la plus forte : elle a duré de trente à quarante secondes. Dans la ville de Mételin, où elle a été le mieux observée, elle était composée de mouvements oscillatoires très-énergiques pendant les premières secondes, plus faibles pendant les secondes suivantes, et de nouveau très-marqués pendant les derniers instants. La première impression qu'elle a produite a été celle d'un choc vertical, comme celui qui serait résulté d'une explosion souterraine, mais, presque aussitôt, elle s'est transformée en un mouvement oscillatoire horizontal. Chacune de ces oscillations était composée de mouvements en sens inverse d'inégale rapidité; l'un, que j'appellerai mouvement en avant, était produit par une impulsion dirigée du nord 10 degrés est au sud 10 degrés ouest. Il était beaucoup plus rapide que le mouvement de recul de sens opposé.

» A 10 heures du soir, une nouvelle secousse, beaucoup moins forte que la première, a duré environ vingt secondes. Dans la nuit, des ébranlements plus ou moins forts se sont succédé à des intervalles très-rapprochés, et, les jours suivants, les commotions ont continué en diminuant de plus en plus de fréquence et d'intensité. Dans les premiers jours du mois d'avril, il s'en produisait encore deux ou trois par vingt-quatre heures.

» De même qu'à Céphalonie, les désastres ont été, à Mételin, très-inégalement éprouvés dans les différentes parties de l'île. La ville de Mételin, capitale de l'île, est le point où le tremblement de terre me paraît avoir agi avec la plus grande énergie, bien que, dans beaucoup de villages, la destruction ait été plus complète. Dans cette ville, sur 2500 maisons, 1500 ont été renversées et 700 ont menacé ruine. Il y a eu 150 morts et un nombre considérable de blessés. Pas une seule maison n'y serait certainement restée debout, si elles n'avaient été beaucoup plus solidement bâties que celles des villages du nord et du centre de l'île. Dans quelques-uns de ces villages, les désastres ont été terribles. En revanche, d'autres villages ont à peine ressenti, pendant cette catastrophe, quelques légères

commotions. Si l'on imagine une ligne droite partant de l'angle nord-ouest de la baie de Calonie, et allant de là rejoindre la côte nord de l'île, un peu à l'ouest du golfe de Petra, on trouve que toute la partie de l'île située à l'ouest de cette ligne peut être regardée comme ayant été à peine ébranlée par le mouvement séismique, tandis que, même près de cette limite, un grand nombre de villages de la région orientale de l'île ont été complétement détruits. Mais, de ce côté, les désastres ont encore été très-inégalement distribués. Dans la vaste presqu'île comprise entre les deux baies de Calonie et de Port-Olivier, les localités situées à peu de distance des rivages des deux baies ont seules éprouvé des dommages sérieux. Sur le sommet du mont Olympe, qui forme le point culminant de l'île et qui s'élève, précisément au milieu de cette région, à une altitude de 1032 mètres, les secousses ont été faibles; quelques éboulements de rochers prouvent seuls que le tremblement de terre s'y est fait sentir. La ville d'Agia Sou, située sur l'Olympe, à une hauteur d'environ 600 mètres, n'a également éprouvé que des dommages insignifiants. Les villages populeux situés dans les ravins creusés au pied méridional de la montagne ont encore été moins éprouvés, et cependant la plupart de ces villages sont misérablement construits; un grand nombre d'habitations ne sont que des huttes bâties en pierres sèches à peine taillées, que le moindre ébranlement aurait facilement jetées à terre. Quelques-uns sont situés sur le bord de la mer, tandis que d'autres sont à une altitude de plusieurs centaines de mètres. Le mont Olympe les a tous également protégés par son interposition entre eux et le centre d'ébranlement.

» La zone qui a le plus vivement ressenti les effets du tremblement de terre forme une longue bande étendue du nord-ouest au sud-est, depuis Petra jusqu'à la pointe sud-est de l'île, et large de quatre à cinq kilomètres. Le centre de cette zone est occupé par une haute chaîne de pics trachytiques, qui en suit la direction et qui se termine à l'ouest précisément un peu au delà de Petra, ou à la limite occidentale de la région bouleversée par le tremblement de terre. Plus à l'ouest, il existe encore des sommets élevés de roches trachytiques, mais ces sommets sont alignés du nord-est au sud-ouest, à peu près perpendiculairement aux précédents et séparés d'eux par une profonde vallée. Les villages bâtis sur l'une des chaînes sont en ruines : ceux qui s'élèvent sur l'autre n'ont éprouvé aucun dommage. L'indépendance des deux alignements orographiques explique peut-être l'affaiblissement subit de l'ébranlement séismique à leur limite de séparation.

» Quant au mont Olympe et à la région circonvoisine, une cause géologique analogue semble aussi les avoir protégés; car le sol y est constitué par

des roches entièrement différentes de celles de la zone bouleversée environnante. La base de l'Olympe et ses contre-forts orientaux sont formés par des schistes argileux plus ou moins métamorphisés ; son sommet est constitué par un marbre saccharoïde, riche en veines de dolomie et de fer spathique. A l'ouest, la montagne est bordée par une large zone de serpentine, et enfin on ne retrouve les trachytes que sur les bords des deux baies de Calonie et de Port-Olivier, là précisément où les effets du tremblement de terre se sont fait sentir. Ainsi, dans la partie orientale de l'île de Mételin, tandis que les villages de la zone volcanique ont été bouleversés et ruinés par les secousses, ceux qui, dans la même région, s'élèvent sur les schistes, les marbres ou la serpentine n'ont éprouvé aucun dommage grave.

» De même qu'à Céphalonie, je me suis préoccupé de déterminer à Mételin, en chaque point, la direction principale des secousses. La disposition des ruines, étudiée avec attention, m'a permis de reconnaître que toutes les directions déterminées ainsi par l'observation semblaient converger en un point situé au nord-est de l'île de Mételin, à une petite distance de la côte. C'est donc là vraisemblablement le lieu du centre d'ébranlement. Les observations faites à Smyrne et à Aïvali, sur la côte d'Asie Mineure, confirment cette manière de voir. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *De la détermination des pièces osseuses qui se trouvent en rapport avec les premières vertèbres chez les Cyprins, les Loches et les Silures.* Note de **M. E. Baudelot**, présentée par M. Ém. Blanchard.

« Une des préoccupations constantes des naturalistes, depuis les travaux de Geoffroy Saint-Hilaire, a été de ramener à l'unité le squelette des animaux vertébrés. Les efforts tentés dans cette voie ont conduit déjà à d'immenses résultats, mais cependant certaines questions n'ont pu encore être résolues, surtout à l'égard des Poissons. Je me suis proposé de déterminer la nature des osselets qui, chez les Cyprins, les Loches et les Silures, établissent une communication entre l'extrémité antérieure de la vessie natatoire et l'appareil de l'audition, et sur lesquels ont été émises les opinions les plus contradictoires.

» Signalés chez la Carpe par Rosenthal, mais d'une manière fort incomplète, ces osselets furent étudiés quelques années plus tard avec soin par M. E.-H. Weber, qui les considéra comme les homologues des osselets de l'appareil auditif des Mammifères et leur donna en conséquence les noms de *malleus* (marteau), *encus* (enclume), *stapes* (étrier), *claustrum*.

» Et. Geoffroy Saint-Hilaire, conduit par ses vues théoriques à considérer les pièces de l'opercule comme les osselets de l'appareil auditif, combattit vivement l'interprétation de Weber. S'appuyant sur le principe des connexions, il admit que les pièces en question n'étaient autre chose que des portions d'arcs supérieurs de la première, de la seconde et de la troisième vertèbre (des périaux *ou* des épiaux, pour me servir des termes de sa nomenclature). Il n'appuya du reste son hypothèse sur aucune démonstration, et tout porte à croire qu'il n'avait sur la nature particulière de chacun de ces osselets que des opinions très-peu arrêtées, car il est dit ailleurs dans un Rapport de Cuvier : « Quant aux petits os placés en arrière du crâne » de la Carpe et du Silure, M. Geoffroy établit que ceux que M. Weber » nomme le marteau et l'enclume sont en réalité les *côtes* appartenant à la » deuxième et à la première vertèbre. » En rappelant dans son *Anatomie comparée* les déterminations de Weber, Meckel s'exprime ainsi : « La po- » sition et les connexions de ces os militent en faveur de cette opinion. »

» En 1831, un anatomiste hollandais, Saagman Mulder, s'occupa de la question d'une manière spéciale (1). Son but paraît avoir été surtout d'étudier les osselets au point de vue de leurs rapports avec l'organe de l'ouïe; après en avoir donné une description très-détaillée, il arrive à cette conclusion « que les osselets des Cyprins lui paraissent être les mêmes que ceux » de l'appareil auditif des animaux supérieurs, et que la vessie natatoire » peut être considérée comme identique avec la membrane du tympan. » Plus loin, dans un passage relatif au mode de composition des premières vertèbres, il essaye d'établir que les osselets de Weber sont une dépendance des deux premiers corps vertébraux, il regarde comme des côtes les pièces désignées par Weber sous le nom de *marteau* et d'*enclume*, et comme une apophyse transverse de la première vertèbre la pièce appelée *étrier*.

» En 1838, Breschet, dans ses recherches anatomiques et physiologiques sur l'organe de l'ouïe des Poissons, semble adopter entièrement l'opinion de Weber. Il ne trouve rien à dire au sujet de ces pièces, qui ont été, dit-il, décrites par Weber avec une parfaite exactitude.

» Dans les Leçons d'anatomie comparée de G. Cuvier et Duvernoy (1846), se trouvent quelques passages relatifs aux osselets de Weber, mais sans le moindre essai d'interprétation.

» La question n'est pas discutée davantage dans le grand ouvrage de

(1) Des osselets qui se trouvent en rapport avec les premières vertèbres chez les Cyprins (*Journal des Sciences naturelles* de Hall, Vrolick et Mulder, 1831).

Cuvier et Valenciennes sur les Poissons. M. Valenciennes trouve plus simple de considérer les osselets de Weber comme des os spéciaux.

» En présence d'appréciations aussi peu concordantes, j'ai voulu reprendre l'étude des osselets de Weber afin de déterminer avec certitude la signification de chacune de ces pièces. Les résultats auxquels je suis arrivé s'éloignent de tous ceux qui ont été obtenus jusqu'à présent, et comme je les crois exacts, je tiens à honneur de les soumettre au jugement de l'Académie.

» Toutes les difficultés de la question n'ont eu d'autre cause que le défaut de comparaison. Chacun des auteurs qui s'est occupé des osselets de Weber a toujours pris la Carpe comme unique sujet de ses investigations, et il se trouve que de tous les Cyprins la Carpe est le type le moins favorable pour l'étude de la question.

» Chez la Carpe, les osselets de Weber paraissent implantés sur les deux premiers corps vertébraux. Le premier disque supporte les étriers surmontés des *claustrum;* au disque suivant s'attachent les pièces désignées sous le nom de *marteaux* et *enclumes* (1). Voici maintenant la difficulté. Normalement, toute vertèbre supporte deux paires d'appendices seulement (abstraction faite des côtes), l'une en dessus pour former l'arc supérieur, l'autre en dessous pour constituer l'arc inférieur. Or, si l'on examine ici le corps de la seconde vertèbre, on y découvre d'abord les deux branches de l'arc inférieur, puis les deux branches de l'arc supérieur, comme dans les vertèbres voisines, et, de plus, les deux enclumes et les deux marteaux, en tout quatre paires d'appendices, c'est-à-dire le double du chiffre normal. Pour ramener cette seconde vertèbre à l'état typique, le moyen le plus simple consiste donc à regarder le marteau et l'enclume comme des osselets particuliers; car si l'on voulait considérer ces pièces comme des côtes modifiées, on se trouverait en face d'une autre difficulté, il faudrait accorder à la seconde vertèbre deux paires de côtes. De toute manière la solution de la question semble presque impossible.

» Mais si, au lieu de se borner à l'étude de la Carpe, on examine d'autres Cyprins, l'embarras disparaît bientôt, et l'on reconnaît que toute la difficulté résultait d'une erreur relative à la structure du corps de la seconde

---

(1) En faisant usage des termes de Weber pour désigner des pièces que je démontrerai plus loin être des arcs de vertèbres, je dois faire observer qu'il m'était impossible d'agir différemment, puisque la détermination des pièces en question, leur nom par conséquent, appartient aux conclusions mêmes de ce Mémoire.

vertèbre. En effet, pour tous les auteurs qui ont étudié le système osseux de la Carpe, la pièce qui occupe le second rang dans la série des disques vertébraux représente uniquement le corps de la seconde vertèbre. Là est l'erreur, le nœud de la question. Ce disque vertébral, que l'on a toujours regardé comme constituant exclusivement le corps de la seconde vertèbre, n'est pas simple : il est formé de deux disques intimement confondus, appartenant l'un à la seconde et l'autre à la troisième vertèbre.

» Comme, chez la Carpe, rien n'indique cette soudure, comme *les dimensions de la vertèbre composée n'excèdent en rien celles des vertèbres qui suivent*, on s'explique aisément la méprise des anatomistes qui n'ont porté leur attention que sur ce type. Il n'en est plus de même si l'on examine d'autres Cyprins, le Nase, par exemple. Sur les premières vertèbres de ce poisson on retrouve les mêmes pièces que chez la Carpe, mais avec une différence capitale : le disque simple qui, chez la Carpe, représente les corps de la seconde et de la troisième vertèbre réunis, se trouve ici formé de deux segments parfaitement distincts et séparés par une cavité articulaire. Au segment antérieur s'attachent deux apophyses transverses comme chez la Carpe et les deux enclumes; sur le segment postérieur s'articulent les deux marteaux et les deux branches élargies de l'arc supérieur. De cette façon chaque disque vertébral, ne supportant plus que deux paires d'appendices, se trouve ramené au type normal, et l'on peut établir comme il suit la signification de chaque pièce :

» Les *marteaux* de Weber représentent *les branches de l'arc inférieur de la troisième vertèbre*, dont l'arc supérieur, formé de deux larges pièces, est complété par un os intercrural;

» Les *enclumes* sont *les branches de l'arc supérieur de la seconde vertèbre*, dont l'arc inférieur est représenté par deux longues apophyses transverses soudées au corps vertébral;

» Les *étriers* constituent *les branches de l'arc supérieur de la première vertèbre*, dont l'arc inférieur se trouve représenté par deux apophyses transverses, plus ou moins allongées et soudées au corps de la vertèbre.

» Les *claustrum* ne sont autre chose qu'*un os intercrural partagé en deux*, et dont les moitiés, très-rudimentaires, sont restées séparées sur la ligne médiane; cette détermination s'appuie sur ce fait, que les arcs supérieurs de la seconde et de la troisième vertèbre se trouvent également complétés par une pièce intercrurale, et sur cet autre que chez le *Silurus glanis* les *claustrum* sont constitués par deux lames triangulaires allongées, dont les sommets viennent se mettre en contact sur la ligne médiane.

» Ce que je viens de dire du Nase s'applique également à tout autre Cyprin (Chevaine, Banche, Brême, etc.); seulement, chez plusieurs de ces espèces, la soudure entre le corps de la deuxième vertèbre et celui de la troisième s'effectue déjà d'une manière plus ou moins intime, et les deux disques tendent à se confondre pour revêtir l'aspect d'un disque simple, comme chez la Carpe.

» Chez les Loches et chez les Silures, les osselets de Weber ont absolument la même signification que chez les Cyprins.

» Chez les Catostomes, les branches de l'arc supérieur de la seconde vertèbre (enclumes) offrent une particularité que je ne puis omettre de signaler. Chacune de ces pièces est devenue tout à fait rudimentaire, la tige au moyen de laquelle elle doit s'articuler normalement avec le corps vertébral a disparu, et l'osselet se trouve représenté par *un simple nodule osseux* enchâssé vers le milieu du tendon, qui s'étend de l'extrémité antérieure du marteau au sommet de l'étrier. Cette position isolée d'un rudiment d'arc de vertèbre, en dehors de la colonne vertébrale, est du plus haut intérêt. Elle nous montre combien le principe des connexions exige de prudence dans ses applications, et combien, dans certains cas, il serait dangereux de se laisser guider par ce principe seul, sans tenir compte en même temps des règles de la morphologie. »

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 6 heures. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 10 février 1868, les ouvrages dont les titres suivent :

Statistique de la France, 2e série, t. XIV. *Statistique de l'Assistance publique, de* 1854 *à* 1861 : *Hôpitaux et hospices. Enfants assistés. Bureaux de bienfaisance.* Strasbourg, 1866; 1 vol. in-folio.

Bulletin de Statistique municipale, publié par les ordres de M. le Baron HAUSSMANN, mois de novembre 1867. Paris, 1867; in-4°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences, t. LXIV, janvier à juin 1867. Paris, 1867; in-4°.

Des classifications et des méthodes en botanique, par M. L. MARCHAND. Angers, 1867; in-8° (Présenté par M. Ch. Robin.)

Cours d'arithmétique vulgaire et savante sans maître; par M. P.-G. GUY, t. Ier. Paris, 1868; 1 vol. in-8°.

Traité pratique de l'Entretien et de l'Exploitation des Chemins de fer; par M. Ch. GOSCHLER, t. III: *Service de la Locomotion.* Paris, 1868; 1 vol. in-8°.

Zoologie et métaphysique; par M. A. VILLOT. Grenoble, 1868; br. in-8°. (2 exemplaires.)

Mémoire sur les caractères anatomiques essentiels de l'âne et du cheval; par M. A. GOUBAUX. Lyon, 1865; br. in-8°.

Mémoires sur les anomalies de la colonne vertébrale chez les animaux domestiques; par M. A. GOUBAUX. Paris, 1868; br. in-8°. (Extrait du *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie* de M. Ch. Robin.)

Note sur la distance de la terre au soleil; par M. Em. BOUCHOTTE père. Metz, 1867; opuscule in-8°.

De la prostitution dans les grandes villes au XIX*e siècle, et de l'extinction des maladies vénériennes; par* M. le Dr J. JEANNEL. Paris, 1868; in-12. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Notice sur les halos et couronnes solaires et lunaires; par M. C. DECHARME, *d'après les observations faites à Angers, du* 30 *août* 1866 *au* 30 *août* 1867. Angers, 1867; br. in-8°.

L'Espagne scientifique; par M. Ed. MAILLY. Bruxelles, 1868; in-12.

Experimentelle... *Recherches sur le mode d'action du quinquina; par* M. C. BINZ. Berlin, 1868; br. in-8°. (Présenté par M. Pasteur.)

Untersuchungen... *Recherches sur les organes de la vue dans les crustacés et les insectes; par* M. Max. SCHULTZE. Bonn, 1868; in-4° avec planches. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Transactions... *Transactions de la Société philosophique de Cambridge*, t. X, 2e partie; t. XI, 1re partie. Cambridge, 1864 et 1866; 2 vol. in-4°.

Report... *Rapports de la Commission des brevets d'invention pour les années* 1863 *et* 1864, texte et planches. Washington, 1865-1866; 4 vol. in-8° reliés.

Su... *Sur les machines électriques à induction; par* M. le professeur CANTONI. Milan, 1867; br. in-8°.

Altre... *Autres expériences sur la production des infusoires; par* M. le professeur CANTONI. Milan, 1867; br. in-8°.

Sulla... *Sur la production de quelques organismes inférieurs, expériences faites par* les professeurs G.-Balsamo CRIVELLI et L. MAGGI. Milan, 1867; br. in-4°.

Di... *De quelques organes spéciaux observés dans l'éponge*, *par* M. le professeur Balsamo CRIVELLI. Milan, 1867; br. in-8°.

Intorno... *Note sur le genre* Æolosoma; *par* M. L. MAGGI. Milan, 1865; br. in-4°.

Flora... *Flore batave publiée par* MM. J. KOPS et F.-A. HARTSEN, livr. 184 à 203. Amsterdam, sans date; in-4°, texte et planches.

L'Académie a reçu, dans la séance du 17 février 1868, les ouvrages dont les titres suivent :

Direction générale des Douanes et des Contributions indirectes. — Tableau général du commerce de la France avec ses colonies et les puissances étrangères pendant l'année 1866; 1 vol. in-folio.

Études sur le vinaigre, sa fabrication, ses maladies, moyens de les prévenir; nouvelles observations sur la conservation des vins par la chaleur; par M. L. PASTEUR, Membre de l'Institut. Paris, 1868; grand in-8°.

Études sur les poisons convulsivants. — De la picrotoxine; par M. J. CAYRADE. Rodez, 1866; br. in-8°.

Recherches critiques et expérimentales sur les mouvements réflexes, Thèse présentée par M. J. CAYRADE Paris, 1864; in-4°.

(Ces deux ouvrages sont adressés au concours de Physiologie expérimentale, 1868.)

(La suite du Bulletin *au prochain numéro.)*

ERRATA.

(Séance du 10 février 1868.)

Page 253, ligne 2 en remontant, *au lieu de* 700, *lisez* 7000.

Page 256, ligne 15, *au lieu de* 43415, *lisez* 43215.

Page 257, ligne 11 en remontant, *au lieu de* l'équivalent, *lisez* un équivalent.

Page 259, ligne 19, *supprimez la virgule après* sulfurique.

Page 259, ligne 2 en remontant, *supprimez la virgule après* exemple.

Page 260, ligne 10 en remontant, *après* éléments simples, *ajoutez* et du sel qu'elle tient en dissolution en ses éléments simples.

Page 262, ligne 4, *au lieu de* et du radical, *lisez* ou du radical.

Page 282, ligne 7, dans la parenthèse, *lisez* (238 secousses en vingt et une heures quinze minutes, le 19, ou moyennement une secousse par chaque intervalle de cinq minutes et un tiers).

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 FÉVRIER 1868.

PRÉSIDENCE DE M. DELAUNAY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *La petite planète* (96). Note de **M. Le Verrier**.

« Suivant une dépêche et une Lettre de l'astronome de Marseille, M. Stéphan, en date du 18 février 1868, la quatre-vingt-seizième petite planète a été obtenue, dans la soirée du 17, par la vérification du ciel régulièrement organisée dans notre succursale de Paris-Marseille. C'est le quatrième astre nouveau trouvé à Marseille depuis le 6 août 1866.

» Voici la position donnée par M. Stéphan pour le 17 février :

Temps moyen de Marseille.	$= 15^h 29^m 30^s$	
Ascension droite..........	$= 9^h 33^m 59^s,86$	$\log\left(\frac{\Delta}{15}\times \text{parall.}\right) = \bar{1},5852$
Distance polaire..........	$= 76°8'50'',1$	$\log(\Delta \times \text{parall.}) = 0,5966$

» La planète paraît comme une étoile de 11ᵉ grandeur. L'étoile de comparaison est 3299 B.A.C., pour laquelle la position moyenne adoptée en 1868,0 est : $\mathcal{A} = 9^h 32^m 7^s,16$, $\mathcal{P} = 76° 5' 38'',2$.

» Voici une seconde position obtenue par M. Lœwy le 20 février, au grand instrument méridien, à Paris :

Temps moyen de Paris.	$= 11^h 30^m 26^s$	
Ascension droite......	$= 9^h 31^m 8^s,23$	
Distance polaire......	$= 76° 14' 2'',2$	$\log(\Delta \times \text{parall.}) = 0,709$ —. »

» **M. Delaunay**, à la suite de la Lettre de M. Le Verrier, exprime le regret que M. Le Verrier persiste à ne pas vouloir faire connaître les noms des observateurs qui découvrent des petites planètes à l'Observatoire de Marseille, confié à sa direction, et il profite de cette occasion pour faire savoir à l'Académie que le jeune observateur auquel est due la découverte de la petite planète (91) se nomme Borelly. »

HISTOIRE DE LA SCIENCE. — *Observations sur les derniers travaux de* M. Léon Foucault; *par* **M. H. Sainte-Claire Deville.**

« Pendant le cours de la longue et cruelle maladie à laquelle a succombé notre illustre et regretté confrère M. Léon Foucault, M. Le Verrier a publié et distribué, à un grand nombre d'exemplaires, un écrit intitulé : *Travaux des Treize dernières années, etc.* (1).

» Un paragraphe entier concerne les travaux exécutés à l'Observatoire par M. Léon Foucault, travaux qui ne paraissent pas appréciés à leur juste valeur. Ses amis savaient qu'en lui faisant connaître cet écrit on lui causerait un chagrin profond, inutile, s'il ne devait pas revenir à la santé. Dans le cas contraire, c'était à lui de répondre. Mais, en prévision de ce qui est arrivé, j'ai traité à fond, avec mon malheureux ami, la question qui l'intéressait si vivement, et je rapporte ici, pour l'honneur de sa mémoire et pour sauvegarder ses droits à une grande découverte encore inédite, les renseignements qui suivent.

» A la page 3 de la Note de M. Le Verrier, on lit :

« On sait enfin que nous voudrions doter notre pays d'une lunette exceptionnelle de 16 mètres de longueur focale, et d'un grand télescope avec miroir de $1^{m},20$ de diamètre. Pour l'exécution de ces derniers travaux, l'Empereur et les grands corps de l'État nous ont accordé une somme de près de 400 000 francs. Cette libéralité semblait nous imposer des obligations. Le plan du bâtiment de la lunette, question très-importante, est étudié. Nous sommes en mesure également de construire le pied, mais seulement lorsque l'objectif lui-même sera assez avancé pour que sa longueur focale soit connue. »

---

(1) OBSERVATOIRE IMPÉRIAL. — Travaux des Treize dernières années : Situation présente; Projets de la Ville contraires à l'Observatoire; Abstention regrettable de l'administration supérieure; Exécution des plans de la Ville; Note de M. Le Verrier, Sénateur, Membre de l'Institut, Directeur de l'Observatoire.

» Voici, dans cette affaire, la part qu'a prise M. Foucault.

» L'opération de la taille des grands verres auxquels M. Le Verrier fait allusion, opération longtemps retardée, malgré les demandes de M. Foucault, fut engagée vers 1864 d'une manière toute contraire à ses vues. Le Directeur de l'Observatoire demanda et obtint une somme de 400 000 francs, en promettant une lunette de 75 centimètres et un télescope de 120 centimètres. M. Foucault désirait, m'a-t-il dit, qu'on demandât préalablement une trentaine de mille francs pour *essayer* la taille des grands verres : ses idées n'étaient pas complétement arrêtées à leur sujet, il les trouvait bien minces, et de plus on savait que le flint avait un « paquet de fils ».

» Néanmoins le travail a été commencé sous la direction de M. Foucault; les surfaces ont été travaillées sur le tour et par l'opticien, et l'ensemble de l'opération amené à un point tel, que M. Foucault put se former une opinion bien arrêtée. Il arriva enfin à la conclusion suivante : Les verres étant trop minces pour qu'on en pût tirer bon parti, il fallait se résigner à diminuer leur diamètre en les ramollissant par le feu, et profiter de cette opération pour enlever la tache du flint.

» Mais M. Le Verrier, ayant promis une lunette de 75 centimètres, ne put se résoudre à consentir à une diminution de diamètre. C'est en présence de cette indécision d'une part, de la certitude de ne faire qu'une œuvre imparfaite de l'autre, que M. Foucault a dû s'arrêter.

» Tous ces faits sont bien antérieurs à l'Exposition de 1867.

» La suite du paragraphe de la Note contient les phrases suivantes :

« Quand on entreprend un travail de cette importance, le fonctionnaire » qui en est chargé devrait y être laissé tout entier, sinon on échouera » toujours. Or on a enlevé à son œuvre l'habile physicien sur qui nous » avions compté, et on l'a détourné pour le service de l'Exposition universelle. »

» Les deux premiers *on* de cet alinéa s'appliquent à M. Foucault, les deux autres à la Commission impériale, qui saura bien se défendre de l'accusation portée contre elle pour avoir fait un aussi bon choix. Quant à M. Foucault, qui n'a jamais refusé de rendre un service, et surtout un service gratuit, il accepta, en même temps qu'un grand nombre de ses confrères, les fonctions souvent pénibles de juré à l'Exposition universelle. Je ne connais personne qui eût le droit de lui adresser à ce sujet le moindre reproche ou même d'en témoigner publiquement le moindre regret, lui vivant, sans manquer aux convenances.

» Puis, continuant l'alinéa, M. Le Verrier écrit :

« Aussi, à notre grande douleur, le travail a-t-il été suspendu. »

» Voici ce que j'ai à dire à ce propos, et je suis sûr que les confidences de mon illustre ami ne sont pas en opposition avec les souvenirs de ses collègues de l'Observatoire. En tous cas, je ne rapporte que ce qu'il m'a dit et avec les termes techniques qu'il a employés.

» L'Observatoire possède un objectif de 24 centimètres de M. Foucault (dont il n'est pas fait mention, au moins sous son nom, dans le Catalogue des richesses de cet Établissement, donné à la page 3 de la Note), qui est dû au travail exclusif de notre confrère. Bien que supérieur à tous ceux auxquels il a été comparé, cet objectif n'était pas encore parfait aux yeux d'un juge aussi difficile que l'était un pareil inventeur. M. Foucault n'avait point osé, avant de l'essayer sur le ciel, enlever un léger reste d'aberration négative. D'autre part, c'était son premier essai, et il n'avait pu, avec le secours des lumières artificielles, juger exactement du degré d'achromatisme.

» Aussi M. Foucault voulait-il reprendre cet objectif et le terminer; mais une fois en place, il ne lui fut pas permis de l'enlever, malgré ses instances réitérées. C'est alors qu'il forma un projet dont je fus le confident. Il devait soustraire son objectif, en le remplaçant momentanément par un autre resté inachevé. Cette fraude généreuse ne fut malheureusement pas commise, les premiers symptômes de la maladie à laquelle il succomba l'en empêchèrent.

» Enfin M. Le Verrier termine le paragraphe de la page 3 par les lignes suivantes :

« Presque rien n'a encore été fait, et certes, si cela eût dépendu de nous,
» il n'en eût pas été ainsi.

» Du reste, la situation est entière, en ce sens que, *si l'on n'a pas tra-*
» *vaillé*, l'argent est resté intact. Le Corps législatif ne le retirera pas, mais
» voudra qu'on presse l'exécution. Nous osons donner le conseil de laisser
» au Directeur, quel qu'il soit, chargé de conduire les travaux, toute la
» RESPONSABILITÉ, mais à la condition qu'on ne veuille pas retenir l'AUTORITÉ
» en paraissant la déléguer; sinon on ne verra jamais ni la grande lunette
» ni le grand télescope que réclament l'intérêt de la Science et la gloire de
» la France. »

» Certainement M. le Directeur de l'Observatoire, en réclamant l'autorité et la responsabilité, ne réclame pas l'honneur des inventions de M. Foucault relatives aux grandes lunettes et aux grands télescopes. Mais au lieu de pareilles critiques qu'on va voir si peu méritées, le devoir ne s'imposait-

il pas d'imprimer quelques paroles d'estime et même d'admiration pour un confrère mortellement frappé?

» On sait trop combien le génie de M. Foucault fait défaut à la Science pour la solution complète et définitive des questions délicates de l'optique, à laquelle il a consacré une grande partie de sa courte existence. Et si un grand télescope peut être réclamé comme une gloire pour la France, suivant l'expression de M. Le Verrier, c'est d'abord parce qu'il a été inventé par un Français, et, ce qui ne gâte rien, par un Français appartenant à notre Compagnie, ensuite parce que les Astronomes français en ont fait un usage glorieux pour notre pays.

» Enfin, et c'est là l'important, M. Le Verrier dit : *Si l'on n'a pas travaillé, l'argent est resté intact*. Si cet *on* ne désigne pas M. Foucault, seul en cause dans ces alinéa, il montre tous les inconvénients et même les dangers de cette forme impersonnelle, qu'il ne faut jamais employer en parlant d'une personne respectable, surtout d'un confrère. Malheureusement le sens du paragraphe est trop clair et m'oblige de formuler ici, au nom de la mémoire de M. Foucault, une protestation détaillée. Ce sera une simple observation, si, contre toute apparence, j'ai mal interprété l'intention de M. Le Verrier.

» M. Léon Foucault a travaillé, a longtemps et consciencieusement travaillé la question des grands verres d'optique; je puis dire même qu'il l'a résolue de la manière la plus remarquable et la plus complète. Cette solution trouve sa réalisation matérielle dans l'objectif de 24 centimètres de l'Observatoire, dans un objectif de 19 centimètres qu'il a lui-même, lui seul, amené à un dégré de perfection encore inconnu, et qui est destiné à l'Observatoire de Lima.

» M. Foucault était arrivé, après bien des essais infructueux, à appliquer à la construction des objectifs les principes féconds qui lui ont servi à la détermination des surfaces courbes dans ses miroirs de télescope. Son travail assidu et prolongé pendant plusieurs années, travail qu'il exécutait dans son cabinet de la rue d'Assas ou dans les ateliers du constructeur de l'Observatoire, a eu, comme on pouvait l'attendre d'un tel homme, des résultats de la plus haute importance. Il en a fait part à quelques amis (1),

(1) Quand le moment sera venu, et s'il en est besoin, j'en appellerai aux souvenirs de mes collègues du Jury de 1867, MM. Jacobi, Magnus, Milne Edwards, Martin et Lissajous, qui ont assisté à une démonstration théorique et expérimentale de la méthode inventée par M. Foucault pour la construction d'objectifs absolument parfaits.

principalement à M. Martin, son confident et son aide, physicien distingué auquel on doit une excellente Thèse sur l'optique et le procédé dont M. Foucault se servait pour argenter ses miroirs de télescope. Malheureusement notre confrère n'a jamais rien publié de ces immenses travaux; mais il reste à ses amis l'espoir fondé que la méthode, même dans ses détails les plus délicats, pourra être entièrement retrouvée par des efforts collectifs. J'ai compris souvent qu'un des regrets les plus amers de M. Foucault a été d'avoir négligé la publication de ce qui sera sa dernière œuvre. Sans doute, lorsqu'il s'est senti frappé, il a espéré qu'elle ne serait pas perdue, et, dans cette intention, il a désiré qu'après sa mort M. Martin fût mis en possession de l'admirable miroir plan avec lequel il vérifiait les surfaces de ses objectifs. L'Académie peut être assurée que rien ne sera négligé pour que la dernière œuvre de M. Foucault soit pieusement reconstruite avec les éléments qui nous restent.

» M. Foucault a donc travaillé et beaucoup travaillé pour la Science et pour l'Observatoire, et j'espère que les résultats de ses efforts si longs, si pénibles et qui ont peut-être abrégé sa vie, ne se réduiront pas aux deux objectifs dont il a doté les Observatoires de Lima et de Paris.

» Le but que je désire atteindre par cette communication est de prendre date en faveur de M. Foucault pour sa méthode de construction des verres d'optique, et d'empêcher que des paroles qui, sans doute, ne sont qu'irréfléchies pour avoir été prononcées au milieu de luttes ardentes, ne puissent servir plus tard à faire contester l'antériorité des droits scientifiques de M. Foucault.

» En outre, j'ai l'honneur de déposer sur le bureau de l'Académie un paquet cacheté, rédigé et signé par M. Martin : il contient une description sommaire des procédés de M. Léon Foucault. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

GÉOMÉTRIE. — *Mémoire sur la flexion des lignes géodésiques tracées sur une même surface quelconque; par* **M. Allégret**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Faye, Serret.)

« Si on tend par ses deux extrémités un fil très-délié appliqué sur une surface donnée, on sait que la figure formée par ce fil sera une ligne à double courbure dont le plan osculateur est constamment normal à cette

surface. Cette ligne de longueur minimum (*brevissima linea*) a été nommée par Laplace, dans le livre III de la *Mécanique céleste*, une ligne *géodésique*. Sur la sphère, cette ligne se confond avec un arc de grand cercle; sur le cylindre droit, elle devient une hélice, etc. J'étudie dans le Mémoire actuel la loi suivant laquelle varie le plan osculateur de cette ligne, et j'établis quelques théorèmes que je crois nouveaux et qui sont relatifs à la *flexion* variable de toutes les lignes géodésiques d'une même surface. J'appelle ainsi le rapport infinitésimal de l'angle de deux plans osculateurs voisins et de l'arc infiniment petit correspondant.

» La déviation de deux plans osculateurs peu éloignés est sensiblement proportionnelle à la flexion et à l'arc qui les sépare, et peut être considérée, pour une petite distance, comme égale à la flexion multipliée par l'arc.

» Cela posé, je prouve les propositions suivantes :

» La flexion d'une ligne géodésique tangente à une ligne de courbure de la surface est nulle au point de contact, et réciproquement; pour que la flexion soit nulle, il faut que cette condition soit remplie. Toutes les lignes géodésiques qui passent par un *ombilic* de la surface ont également une flexion nulle.

» La flexion maximum de toutes les lignes géodésiques qui passent par un point déterminé est celle qui correspond à la ligne géodésique inclinée de 45 degrés sur les lignes de courbure qui passent en ce point.

» La flexion d'une ligne géodésique quelconque en un point est égale à la flexion maximum de la ligne précédente multipliée par le cosinus du double de l'angle que font ces deux lignes entre elles, d'où l'on déduit immédiatement ces deux conséquences :

» Deux géodésiques perpendiculaires ont même flexion à leur point d'intersection.

» Les carrés des flexions de deux géodésiques inclinées à 45 degrés et qui passent par le même point ont une somme constante égale au carré de la flexion maximum correspondant au même point.

» Dans le cas particulier où la surface proposée est une surface réglée développable, on a, en outre, ces deux autres théorèmes fort simples :

» Si plusieurs géodésiques coupent sous un même angle les génératrices d'une ou de plusieurs surfaces réglées développables quelconques, les flexions de ces diverses courbes sont proportionnelles à la courbure aux points d'intersection avec la génératrice.

» La courbure d'une de ces lignes est égale à sa flexion multipliée par

la tangente trigonométrique de l'angle qu'elle fait avec la génératrice au point considéré;

» Le théorème précédent est d'ailleurs une conséquence immédiate de ce dernier. »

PHYSIQUE. — *Sur la théorie des gaz.* Note de **M. J. Moutier**, présentée par M. Bertrand. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Physique.)

« On considère l'état gazeux parfait comme étant défini par les deux lois de Mariotte et de Gay-Lussac. M. Hirn a généralisé ces deux lois (1) en établissant que, pour un même corps, le produit du volume interatomique par la somme des pressions interne et externe divisé par la température absolue donne un nombre constant, quel que soit d'ailleurs l'état physique du corps : les propriétés des gaz parfaits se déduisent immédiatement de cette relation, en négligeant à la fois la pression interne et le volume atomique.

» J'ai essayé de démontrer, dans un travail précédent (2), que la quantité constante qui entre dans la loi de M. Hirn est égale à la moitié du produit de l'équivalent mécanique de la chaleur par la quantité de chaleur nécessaire pour échauffer le corps de 1 degré, abstraction faite de la chaleur consommée en travail externe et interne.

» J'ai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie quelques conséquences de cette proposition, relatives à la théorie des gaz parfaits.

» 1° La capacité calorifique absolue d'un corps est égale aux deux tiers de la chaleur spécifique sous pression constante, lorsque le corps a pris l'état gazeux parfait.

» L'exactitude de cette proposition ne peut être établie d'une façon absolue, faute de données expérimentales suffisantes; aucun gaz, même parmi les gaz permanents, n'offre les caractères du gaz parfait dans les conditions ordinaires des observations, et on ne peut affirmer que la chaleur spécifique sous pression constante fournie par l'expérience soit rigoureusement égale à celle que l'on observerait si le gaz était arrivé à l'état parfait. Cependant, en l'absence de données suffisantes, c'est sur la valeur de cette chaleur

(1) G.-A. Hirn, *Exposition analytique et expérimentale de la théorie mécanique de la chaleur*, 1865, p. 216.

(2) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LXIV, p. 653.

spécifique que doivent reposer les moyens de vérification. Or, si l'on prend pour chaleur spécifique absolue des gaz permanents les deux tiers de la chaleur spécifique vulgaire, on obtient des nombres qui diffèrent très-peu des chaleurs spécifiques absolues adoptées par M. Hirn, et déduites, d'une part de l'hypothèse que la chaleur consommée en travail interne dans l'échauffement de l'hydrogène est négligeable, d'autre part de la loi de Dulong. Les différences sont très-faibles pour les gaz permanents, et beaucoup plus sensibles pour les gaz liquéfiables.

» 2° Si la chaleur spécifique absolue est égale aux deux tiers de la chaleur spécifique vulgaire sous pression constante, lorsque le gaz est arrivé à l'état parfait, il en résulte que la loi de Dulong s'applique aussi bien aux chaleurs spécifiques vulgaires des gaz qu'aux chaleurs spécifiques absolues; les valeurs de la constante, dans les deux cas, sont entre elles comme les nombres 3 et 2. On retrouve ainsi l'énoncé primitif de la loi des chaleurs spécifiques dans le cas des gaz.

» 3° La chaleur consommée en travail externe dans l'échauffement d'un gaz parfait sous pression constante est égale au tiers de la chaleur spécifique vulgaire.

» 4° Le coefficient de dilatation est le même pour tous les gaz parfaits.

» On retrouve ainsi la dernière conclusion des recherches de M. Regnault sur la dilatation des fluides élastiques (1) :

» Les coefficients de dilatation des différents gaz s'approchent d'autant » plus de l'égalité, que leurs pressions sont plus faibles : de sorte que la » loi qui consiste à dire que *tous les gaz ont le même coefficient de dilatation* » peut être considérée comme une *loi limite*, qui s'applique aux gaz dans un » état de dilatation extrême, mais qui s'éloigne d'autant plus de la réalité » que les gaz sont plus comprimés, en d'autres termes que leurs molécules » sont plus rapprochées. »

» Dans ce dernier cas, qui se rapporte à la plupart des expériences, la pression interne et le volume occupé par les atomes ont des valeurs sensibles, qui rendent aisément compte des écarts fournis par la dilatation des gaz. La détermination de la pression interne et du volume atomique offre de grandes difficultés, lorsqu'on n'admet aucune hypothèse relativement à la chaleur consommée en travail interne dans l'échauffement d'un corps. Toutefois on peut déduire, de la relation qui fait l'objet de cette Note, des limites infé-

(1) V. REGNAULT, *Relation des expériences, etc.*, 1re partie, p. 120.

rieures des valeurs de ces deux quantités, dans le cas ordinaire où la pression interne diminue à mesure que le corps s'échauffe. L'eau, qui possède la propriété remarquable de passer par un maximum de densité, offre une exception : lorsque la température s'élève à partir de la glace fondante, la pression interne augmente d'abord, atteint une valeur maximum et décroît ensuite. La détermination de la température qui correspond au maximum de la pression interne dépend de la connaissance du volume invariable occupé par les atomes. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Note relative à la question de l'insalubrité des poêles de fonte; par* **M. Boissière.** (Extrait.)

(Renvoi à la Commission spécialement nommée pour la question des poêles de fonte, Commission qui se compose de MM. Payen, Morin, Fremy, H. Sainte-Claire Deville, Bussy, Cl. Bernard.)

« ... Je ne suis pas bien convaincu qu'il se produise de l'oxyde de carbone libre, d'une manière permanente, dans l'intérieur d'un poêle où l'air arrive toujours en quantité assez considérable pour le brûler, et dans le cas où il s'en produirait, il serait certainement appelé, avec les autres gaz de la combustion, dans la cheminée, surtout avec le tirage énergique que donne à ces appareils un tuyau ordinairement très-élevé.

» Mais en admettant même l'absorption de l'oxyde de carbone par la fonte, je dis qu'il n'y a pas de probabilité pour que ce gaz se diffuse à l'extérieur; et en effet, si l'oxyde de carbone a une tendance à s'échapper à travers l'enveloppe métallique, ce devrait être de dehors en dedans, en raison de la différence de pression.

» Cet effet de rentrée d'air à travers les parois se produit constamment dans les fourneaux à haute température, même les mieux construits, et j'ai eu maintes fois l'occasion d'observer, sans pouvoir l'en empêcher, le passage de l'air dans les régénérateurs d'un four à gaz (système Siemens) que j'ai appliqué à mon industrie verrière. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Fièvre typhoïde se développant à la suite d'une intoxication lente par les gaz que dégagent les poêles de fonte.* Note de **M. E. Decaisne.** (Extrait.)

(Renvoi à la même Commission que la Note précédente.)

« Au mois de décembre 1864, je visitais, au hameau de Martincourt (Oise), une famille composée de cinq personnes : le mari âgé de 53 ans,

la femme du même âge environ, un garçon de 23 ans, une petite fille de 10 ans et un petit orphelin, âgé de 11 ans, et que la famille venait de recueillir. Pendant les froids qu'il faisait à cette époque, ces pauvres gens habitaient une unique chambre mal aérée, de 5 mètres environ de longueur, sur 4 mètres de largeur et $2^{m},50$ de hauteur. Cette pièce était chauffée par un poêle de fonte, au charbon de terre. Ce poêle était presque constamment porté au rouge, et l'air rarement renouvelé. Depuis huit jours, aucun de ces individus, excepté le garçon de 23 ans, qui travaillait de son métier de bûcheron, n'était sorti de cette chambre : le père était retenu à la maison par une contusion à la jambe. Le père et la mère se plaignaient d'éprouver depuis quelques jours des vertiges, des étourdissements, de grands maux de tête. La femme avait eu la veille quelques vomissements. Les deux jeunes enfants avaient des nausées et la tête brûlante, des tintements d'oreille, des troubles de la vue, une grande propension au sommeil.

» Chez tous, il y avait une grande prostration des forces. La langue était naturelle. Chez la petite fille cependant, si ma mémoire ne me fait pas défaut, elle était un peu rouge à la pointe. L'appétit était conservé chez les enfants, et nul chez le père et la mère. Le pouls ne présentait rien de particulier.

» Le grand garçon jouissait d'une santé parfaite.

» Il me suffit de rester dans cette chambre pendant dix minutes, pour soupçonner la cause de ces accidents. En effet, l'air était infect, la chaleur insupportable, et j'éprouvai bientôt des étourdissements, ce qui étonna beaucoup ces braves gens, qui me prirent certainement pour un délicat. J'ouvris la porte et la fenêtre pour renouveler l'air, et je cherchai à faire comprendre au père et à la mère qu'ils étaient en train de s'empoisonner.

» Après un traitement convenable, continué pendant dix-huit heures, tous les accidents avaient disparu chez ces quatre individus. Le père et la mère gardèrent pendant trois jours une grande susceptibilité nerveuse.

» Dix jours après, on vint me prévenir que le père, la mère et le petit garçon étaient repris des mêmes accidents. La petite fille, cette fois, y avait échappé, sans doute parce qu'elle travaillait depuis huit jours dans une fabrique. Je vis bientôt que mes prescriptions avaient été négligées. Je fis observer le même traitement, qui fut encore suivi de succès. Mais, à mon grand étonnement, je vis dès le surlendemain se dérouler chez ces trois individus les symptômes les mieux caractérisés de la fièvre typhoïde : douleurs de

ventre, diarrhée, météorisme, fièvre continue, anorexie, langue sèche, tremblotante, toux, prostration, somnolence, *sudamina* chez la mère, hémorrhagie intestinale chez l'enfant avec délire pendant quatre à cinq jours. Tous eurent des épistaxis hors de proportion avec ce que j'avais observé jusque-là chez les malades atteints de fièvre typhoïde.

» Mes trois malades guérirent. La période ataxo-adynamique fut très-accentuée. La maladie dura en moyenne trente jours, mais la convalescence fut longue, et deux mois après le mari et la femme conservaient encore une grande prostration des forces. »

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Note relative aux tumeurs désignées sous le nom d'*odontômes; *par* **M. Forget.** (Extrait.)

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

« M. Broca, dans le Mémoire présenté par lui à l'Académie, le 31 décembre 1867, sous le titre de « Recherches sur un nouveau groupe de tumeurs désigné sous le nom d'*odontômes*, » admet trois variétés de ce genre de tumeurs : 1° l'odontôme dentifié; 2° l'odontôme radiculaire ou cémentaire; 3° l'odontôme non dentifié ou fibreux.

» Ayant étudié le même sujet en 1859, j'ai l'honneur d'adresser à l'Académie deux Mémoires, dans lesquels les trois variétés de tumeurs constituant le *nouveau groupe d'odontômes* de M. Broca se trouvent décrites et figurées dans des planches qui y sont annexées.

» Le premier de ces Mémoires, qui a pour titre : *Des anomalies dentaires et de leur influence sur la production des maladies des os maxillaires*, a été admis au concours pour les prix Montyon en 1858, et a été jugé digne de récompense par la Commission des prix, qui, par l'organe de son savant rapporteur M. Velpeau, déclarait que mon travail « résultait un fait complétement » nouveau..., à savoir : que les dents peuvent subir dans l'épaisseur des » mâchoires des transformations telles, qu'elles constituent de véritables tu» meurs dont la nature et l'origine n'avaient point encore été entrevues » jusqu'ici. »

» Mon second Mémoire est consacré tout entier à l'étude histologique d'une tumeur de la mâchoire inférieure, qui m'avait été adressée par M. Letenneur. Cette étude a eu pour résultat de démontrer que, d'apparence fibreuse, le néoplasme dont il s'agit était le produit d'une lésion primordiale des organes alvéolo-dentaires, caractérisée par le développement anormal de ces organes et l'hypertrophie considérable de leurs éléments

fibreux. C'est l'odontôme fibreux : il n'existait aucun exemple analogue dans la science avant la publication de mon Mémoire, dont j'ai donné lecture, le 17 août 1859, à la Société de Chirurgie de Paris. »

M. Miergues adresse quelques détails concernant diverses modifications apportées par lui à la pile qu'il a soumise au jugement de l'Académie.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Becquerel, Pouillet, Regnault.)

M. Jourdan adresse une Note relative à divers moyens proposés par lui pour diminuer les accidents sur les chemins de fer.

(Renvoi à la Commission spécialement nommée pour les travaux relatifs à cette question.)

CORRESPONDANCE.

CHIMIE. — *Production du chlore et de l'oxygène; par* **M. A. Mallet.**

« J'ai déjà appelé, l'année dernière, l'attention de l'Académie sur mon procédé de préparation de l'oxygène; j'indiquais, entre autres avantages, la possibilité d'obtenir également du chlore par la simple addition d'acide chlorhydrique. Il est nécessaire de donner à ce sujet quelques explications, d'autant plus que des réactions nouvelles ou peu connues semblent donner une certaine portée à cette méthode.

» La fixation de l'oxygène atmosphérique sur le protochlorure de cuivre permet : soit le simple dégagement de cet oxygène, si l'on a pour but de recueillir ce gaz; soit la décomposition de l'acide chlorhydrique et la mise en liberté du chlore, si au contraire on se propose de recueillir ce dernier corps.

» L'absorption de l'oxygène par le protochlorure de cuivre est spontanée; à la température ordinaire, si l'air est convenablement humide, elle a lieu complétement en quelques heures, surtout si l'on renouvelle les surfaces; si l'on élève la température, l'absorption devient plus rapide, et voici le fait capital : à des températures comprises entre 100 et 200 degrés, et même encore supérieures, en présence de la vapeur d'eau, cette absorption peut être considérée comme à peu près instantanée.

» On peut en faire la démonstration au moyen d'un ballon contenant quelques grammes de protochlorure de cuivre, et communiquant avec une

cloche graduée. On chauffe le ballon, et, par une disposition convenable, on injecte quelques gouttes d'eau sur la matière, sans cesser, bien entendu, d'intercepter la communication avec l'air extérieur; l'absorption de l'oxygène a lieu immédiatement, et l'eau monte dans la cloche; en ramenant l'appareil aux conditions de température et de pression du début, on constatera que l'oxygène a été complétement absorbé, si la matière était en proportion convenable. On peut ainsi réoxyder le chlorure de cuivre en quelques minutes et à des températures assez peu différentes de celle de la désoxydation, ce qui, au point de vue de la continuité des opérations, constitue un avantage industriel sérieux.

» Si maintenant sur le protochlorure de cuivre chauffé entre 100 et 200 degrés on verse, goutte à goutte et en présence de l'air, de l'acide chlorhydrique du commerce, il se dégage de la vapeur d'eau seulement, et si l'addition de l'acide est assez lente et le renouvellement des surfaces et l'accès de l'air suffisants, on sentira à peine l'odeur de l'acide chlorhydrique, et on parviendra en un temps très-court à transformer la totalité du protochlorure en bichlorure anhydre CuCl, qui, chauffé en vase clos, dégagera immédiatement du chlore; l'absorption simultanée de l'oxygène et de l'acide chlorhydrique est un fait capital et intéressant à signaler, car l'extraction du chlore de l'acide a lieu ici au moyen de l'air atmosphérique et d'une manière absolument directe.

» L'action est la même avec de l'acide chlorhydrique gazeux; elle se fait encore beaucoup mieux, pourvu que le gaz acide contienne, comme cela a toujours lieu, une certaine quantité de vapeur d'eau et que l'accès de l'air soit suffisant.

» La présence de l'eau est nécessaire pour l'absorption de l'oxygène par le protochlorure de cuivre.

» L'oxydation et la chloruration, pratiquées à des températures élevées, se font très-rapidement; mais elles ont surtout l'avantage de donner des matières sèches, ce qui est fort commode, car la vapeur d'eau est souvent une source de gêne et d'altération des appareils.

» J'emploie des cornues rotatives, qui servent pour la décomposition comme pour la révivification; ces cornues sont en fonte, et une simple garniture réfractaire intérieure, convenablement disposée, préserve la fonte d'une manière très-suffisante. Les réactions indiquées ont été vérifiées sur des quantités de matière assez considérables pour former, à chaque opération, plusieurs mètres cubes d'oxygène ou de chlore.

» On peut compter industriellement que 100 kilogrammes de proto-

chlorure de cuivre, mélangés convenablement de matière inerte pour la facilité des manipulations, peuvent donner lieu à la production pratique de 3 à 3 $\frac{1}{2}$ mètres cubes d'oxygène, ou de 6 à 7 mètres cubes de chlore; comme on peut faire quatre à cinq opérations au moins par vingt-quatre heures, on voit que 100 kilogrammes de matière produiraient de 15 à 18 mètres cubes d'oxygène ou de 200 à 300 kilogrammes de chlorure de chaux par vingt-quatre heures.

» Le prix de la matière première ne dépasse pas 1 franc par kilogramme, et la perte constatée par l'expérience a toujours été trouvée très-minime, ce qui se comprend facilement, puisque la matière ne sort jamais des cornues et y subit toutes les opérations. »

CHIMIE. — *Sur l'ozone et l'acide phosphorique produits dans la combustion lente du phosphore; par* M. Blondlot.

« On admet généralement que, lorsque le phosphore brûle lentement à l'air, il se produit simultanément de l'ozone et de l'acide phosphoreux; or, comme ces deux principes sont incompatibles, j'ai pensé qu'il y avait là une erreur qu'il s'agissait de rechercher. A cet effet, je me suis servi d'un appareil très-simple, qui fournit immédiatement autant d'air ozoné qu'on peut en désirer. Il se compose d'un flacon de plusieurs litres, fermé par un bouchon percé de deux trous, l'un donnant passage à un tube droit qui descend jusqu'au fond du vase et communique supérieurement, au moyen d'un tube de caoutchouc, avec un réservoir d'eau muni d'un robinet, tandis qu'à l'autre trou du bouchon est adapté un tube de verre recourbé, propre à recueillir les gaz. C'est dans la partie ascendante de ce tube que je loge le phosphore, sous forme d'un cylindre ayant à peu près la grosseur d'une plume à écrire, sur une longueur d'environ 15 centimètres. Les choses étant ainsi disposées, si l'on fait arriver dans le flacon un mince filet d'eau, l'air expulsé s'échappe bulle à bulle, en passant entre le phosphore et les parois du tube. Les gaz qui en résultent, étant recueillis à la manière ordinaire, sont agités avec de l'eau pure, à plusieurs reprises, jusqu'à ce que les vapeurs blanches aient complétement disparu.

» Au moyen de cet appareil, j'ai pu constater tout d'abord deux faits importants. Le premier, c'est que, si l'air ambiant n'atteint pas rigoureusement 12 degrés lorsqu'il sort de l'appareil, il a bien acquis l'odeur caractéristique de l'ozone, mais il n'affecte en rien le papier ozonoscopique à l'iodure de potassium; tandis que, si l'air de la pièce est à une température

de 12 à 13 degrés, ces mêmes papiers, suspendus dans les flacons récipients, y bleuissent d'une manière aussi prononcée que si la température avait été beaucoup plus haute. Le second fait, c'est que, quelle que soit la température à laquelle on opère, les vapeurs blanches qui sortent de l'appareil sont exclusivement formées d'acide phosphorique, sans mélange d'acide phosphoreux. Ce résultat a lieu, quelle que soit la lenteur avec laquelle l'air passe sur le phosphore. Il se produit également si, recueillant le gaz dans un flacon de capacité égale à celui qui sert d'insufflateur, on le substitue à celui-ci, et ainsi de suite alternativement, un plus ou moins grand nombre de fois, de manière à dépouiller de plus en plus l'air d'une partie de son oxygène. Il est, du reste, facile de s'assurer que le produit de la combustion n'est que de l'acide phosphorique; il suffit pour cela de faire passer les gaz qui sortent de l'appareil dans un peu d'eau distillée. Le liquide, d'une acidité très-prononcée, étant absolument neutralisé par la potasse, précipite l'azotate d'argent en jaune; il ne décolore point le caméléon minéral, et même, introduit dans un appareil de Marsh, il ne produit point de flamme verte.

» S'il en est ainsi, il restait à examiner pourquoi, dans l'appareil classique à l'aide duquel on obtient ce qu'on appelait autrefois l'*acide phosphatique*, il se produit de l'acide phosphoreux mélangé à de l'acide phosphorique. Or l'explication en est très-simple. J'ai en effet constaté que, si l'on remplit exactement un flacon d'acide phosphorique en dissolution plus ou moins étendue, auquel on ajoute des morceaux de phosphore, et que l'on bouche ensuite, une partie de l'acide ne tarde pas à être ramenée à l'état d'acide phosphoreux, conformément à la formule : $3\,PhO^5 + 2\,Ph = 5\,PhO^3$. Il est évident, d'après cela, que, quand de petits cylindres de phosphore sont exposés, dans des tubes étroits, à l'action de l'air humide, l'acide phosphorique qui s'est produit, restant plus ou moins longtemps en contact avec le phosphore en excès, éprouve la réduction que je viens d'indiquer. De sorte que, contrairement à l'opinion généralement admise, ce n'est pas l'acide phosphoreux qui se serait produit d'abord, pour se suroxyder partiellement à l'air, mais c'est au contraire l'acide phosphorique qui est en partie réduit.

» En définitive, on peut conclure de tout ce qui précède que, quand le phosphore brûle à l'air, quel que soit le degré d'activité de la combustion, il ne se produit jamais que de l'acide phosphorique. »

PHYSIQUE. — *Observations relatives à une communication de* M. P.-A. Favre, *sur l'électrolyse; par* **M. F.-M. Raoult.**

« Les courtes observations que je désire présenter à l'Académie portent sur les résultats de M. Favre et sur les explications qui s'y rattachent.

» La méthode de M. Favre est simple et probante, et je suis heureux de remarquer que les résultats qu'elle lui a fournis (*Comptes rendus* du 27 août 1866 et du 10 février 1868), résultats trop récents et trop remarqués pour que j'aie besoin de les rappeler, sont, dans leur ensemble, parfaitement d'accord avec ceux que j'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie le 19 septembre 1864. Mes conclusions étaient résumées comme il suit (*Comptes rendus*, t. LIX, p. 523) :

« Un voltamètre introduit dans le circuit d'une pile en affaiblit la force » électromotrice et détruit ainsi, dans tout le circuit, une quantité de cha- » leur qui est toujours plus grande que celle qui est nécessaire à la décom- » position accomplie. L'excès varie avec les circonstances; mais, dans tous » les cas, il se produit aux électrodes une action secondaire qui réchauffe » le voltamètre d'une quantité égale à l'excès de chaleur détruite, et fina- » lement la somme des divers effets calorifiques du voltamètre est égale à la » chaleur absorbée par la décomposition chimique dont il est le siége.

» Cet effet peut s'expliquer en admettant que les corps primitivement » isolés aux électrodes, et qui déterminent la polarisation, sont des corps » instables qui, comme le bioxyde d'hydrogène, dégagent de la chaleur en » se décomposant. »

» J'ai reproduit et développé les mêmes conclusions, à côté des expériences à l'appui de mon Mémoire publié dans les *Annales de Chimie et de Physique* (t. IV, 4e série, avril 1865); elles y sont formulées à peu près comme il suit :

» 1° La *chaleur voltaïque* d'un voltamètre (c'est-à-dire la chaleur qu'un voltamètre détruit dans le circuit entier, au moyen du courant inverse qu'il produit) est toujours plus grande que la *chaleur chimique* (c'est-à-dire plus grande que la chaleur qui se dégagerait si les éléments mis en liberté par le courant venaient à se recombiner);

» 2° La chaleur totale dégagée dans un voltamètre est, non pas *plus faible*, comme tout le monde l'avait dit avant moi, mais *plus forte* que celle qui serait dégagée dans un conducteur métallique d'égale résistance; l'excès de la première sur la seconde résulte d'une réaction toute locale, et je l'ai appelée *chaleur locale;*

» 3° La différence entre la *chaleur voltaïque* et la *chaleur locale* est précisément égale à la *chaleur chimique*.

» Pour préciser davantage le sens de ces expressions, que j'ai cru pouvoir créer pour abréger le discours, je dirai que, dans les expériences de M. Favre, la *chaleur locale* du voltamètre est celle qui est accusée par un premier calorimètre qui le contient, et que sa *chaleur voltaïque* est l'absorption de chaleur accusée par un deuxième calorimètre qui contient la pile et un rhéostat.

» Mes résultats, ainsi dégagés et présentés sous cette forme, sont évidemment tout à fait pareils à ceux que M. Favre a publiés depuis lors; leur exactitude est donc désormais hors de doute.

» Mais, si je suis d'accord avec ce savant sur les résultats, je ne le suis plus sur l'explication qu'on peut en donner.

» M. Favre attribue la *chaleur locale* des voltamètres au passage, des corps isolés par le courant, de *l'état naissant* à *l'état ordinaire*. Si telle était, en effet, la cause de la chaleur locale, celle-ci ne dépendrait que de l'action chimique accomplie dans les voltamètres; or, c'est ce qui n'est pas. J'ai trouvé, en effet, qu'elle varie avec les dimensions des électrodes, avec leur nature, avec l'intensité du courant: on peut voir, par exemple, que, dans les expériences rapportées dans mon Mémoire, la chaleur locale d'un voltamètre à sulfate de cuivre et à lames de platine a varié de 3000 à 7000, et de 8000 à 15000 dans ces voltamètres à eau acidulée, selon que le courant était faible ou fort.

» En présence de ces faits, l'explication de M. Favre ne me paraît pas pouvoir être admise. Si la cause qu'il indique a de l'influence, ce que je ne nie pas absolument, je suis convaincu que cette influence est loin d'être prépondérante.

» J'espère pouvoir bientôt soumettre à l'Académie des expériences qui jetteront quelque jour sur cette question. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Mémoire sur la diffusion, l'endosmose, le mouvement moléculaire, etc.; par* **M. Dubrunfaut** (1).

« Après avoir prouvé l'identité de la diffusion et de l'endosmose, considérées comme phénomènes physiques; après avoir prouvé que ces phénomènes, sont deux conditions essentiellement différentes d'un même ordre de faits, nous donnons l'histoire des travaux qui ont préparé ou environné

(1) L'Académie a décidé que cette communication, bien que dépassant les limites réglementaires, serait reproduite en entier au *Compte rendu*.

la découverte de la diffusion et de l'endosmose. Pour éviter dans ce travail la confusion regrettable qui existe dans la science, nous nous sommes permis de diviser les faits en deux classes distinctes, quel que soit l'état de la matière auquel ils se rattachent (liquide ou gazeux).

» Nous réservons ainsi le nom de *diffusion* aux conditions expérimentales anciennement connues sous ce nom, c'est-à-dire à celles qui s'effectuent sur les fluides placés dans l'ordre de leurs densités et sans intervention de diaphragmes poreux.

» Nous appliquons, au contraire, exclusivement le nom d'*endosmose* ou tout simplement *osmose*, aux faits de diffusion qui s'observent avec intervention de membranes ou cloisons poreuses. Par ce moyen, nous pouvons rétablir dans les idées un ordre qui n'y existait pas, nous pouvons restituer à chaque fait sa véritable interprétation et le rang qu'il occupe dans l'histoire de la diffusion.

» A la première classe de faits appartiennent: 1° les anciennes expériences de Priestley, Dalton et Berthollet, faites dans les conditions de la diffusion, c'est-à-dire sans intervention de cloisons poreuses; 2° celles qui ont été publiées en 1829, par M. Graham, pour les gaz seulement; 3° enfin celles qui ont été publiées par le même savant, en 1849, sur la diffusion des liquides.

» L'autre classe comprend : 1° une observation de Priestley, faite avant 1780, sur la diffusion des gaz ou des vapeurs à travers les cornues de terre non vernies, chauffées à une haute température : cette observation a été rapportée par Dalton en 1805; 2° des expériences de Faraday sur l'écoulement des gaz par les tubes capillaires (1817); 3° des observations de Fischer rapportées par Gilbert (1822); 4° les observations de Dobreiner sur l'action capillaire des fissures, rapportées par le baron Liebig en 1823; 5° les observations de Sommering sur la concentration de l'alcool à l'aide des vessies (*Journal de Geiger*, 1825); 6° tous les travaux de Dutrochet sur l'endosmose des liquides, publiés de 1827 à 1838; 7° la Note de Poisson, de 1827, sur les effets qui peuvent être produits par la capillarité et les substances hétérogènes; 8° les observations de M. Becquerel sur l'endosmose (1827, *Traité de l'Électricité*); 9° sur une singulière action d'une vessie, par M. Graham (1829); 10° sur quelques phénomènes capillaires, par M. Magnus (1832); 11° sur la pénétration des fluides, par Mittchel (1831); 12° sur la diffusion des gaz par M. Graham (1833); 13° sur la loi de diffusion des gaz par M. Thomson (1834); 14° sur la diffusion des liquides à travers les membranes mortes et vivantes par Ern. Bruecke (1842); 15° obser-

vations sur les bulles de savon flottant sur l'acide carbonique, par M. Marianini (1843); 16° sur l'endosmose, par Mateucci et Cima (1845); 17° sur la diffusion mécanique des gaz (Hérapath, 1847); 18° application industrielle de l'endosmose, par Dubrunfaut (avril 1854 et 1855); 19° sur la force osmotique, par M. Graham (juin, 1854 et 1855); 20° recherches sur l'endosmose par M. Lhermite (1855), etc., etc.

» Ce simple exposé de l'histoire de la diffusion démontre la large part qu'a eue l'endosmose de Dutrochet dans la création de cette nouvelle branche de Physique moléculaire; il prouve, en outre, que l'on attribuait abusivement à la diffusion de véritables faits d'endosmose.

» La diffusibilité révélée si nettement par les faits d'endosmose est une propriété générale de la matière, saisissable dans les seules conditions où les molécules peuvent se mouvoir librement. Nous pouvons résumer, sous forme de théorèmes, les diverses conclusions qui résultent de nos études, et ces théorèmes trouvent leurs démonstrations développées dans notre Mémoire. Voici ces conclusions principales :

» 1° La diffusibilité est toujours une propriété moléculaire, soit qu'elle se manifeste dans les conditions de diffusion ou dans les conditions d'endosmose;

» 2° Elle est toujours accompagnée de la manifestation du double courant observé par Priestley et Dutrochet, et elle est le résultat d'une force attractive, qui se développe par la juxtaposition des molécules matérielles dissemblables ou des molécules similaires prises dans des états physiques différents.

» Donc l'ingénieuse et savante théorie du mouvement moléculaire imaginée par Jean Bernoulli et reproduite par de savants géomètres modernes, ne trouve pas dans les faits de diffusion et d'endosmose les points d'appui qu'on y a cherchés.

» 3° Les faits d'endosmose et de diffusion ne connaissent qu'une seule et même cause, qu'une seule et même force, la force de diffusion. Elle s'exerce à cette distance, infiniment petite, que notre impuissance appelle le contact et qui est en réalité infiniment grande, relativement aux dimensions finies des molécules auxquelles elle s'applique.

» 4° La force de diffusion dans les expériences d'endosmose et de diffusion s'exerce toujours dans une direction qui est normale à la surface de contact des fluides mis en expérience. Elle varie en intensité avec la différence de densités de ces fluides, et par suite avec la température et avec la pression. Elle peut produire un travail mécanique considérable et commensu-

rable. En effet, les masses fluides qu'elle mélange avec une grande perfection offrent, avec le déplacement de leurs centres de gravité, les éléments utiles pour calculer les quantités de mouvement qui ont été consommées pour produire ces mélanges.

» 5° Cette force, quoique analogue à la gravitation comme force attractive, paraît en différer par son énergie, puisqu'elle peut vaincre la résistance que lui oppose la force de gravité dans les mélanges qu'elle effectue; elle la domine encore dans ces mélanges accomplis, en les maintenant intacts malgré l'action de la gravité, qui tend incessamment à les détruire. Telle est notre atmosphère, telles sont encore les dissolutions proprement dites.

» 6° Le libre exercice de la force de diffusion n'est pas empêché par l'intervention des membranes ou des cloisons poreuses qui caractérisent les faits d'endosmose, à la condition que ces membranes ou cloisons soient perméables aux liquides, non pas par filtration même sous pression, mais par simple imbibition.

» 7° Les membranes ou cloisons ne sont pas, comme l'ont admis Dutrochet et tous les savants qui, après lui, se sont occupés d'endosmose, le siége d'une force particulière qui serait la cause des phénomènes observés. Loin de là, ces intermédiaires consomment toujours une proportion plus ou moins grande du travail mécanique développé par la force de diffusion, et c'est ce travail transformé qui produit, dans les faits d'endosmose, l'inégalité des courants qui donne elle-même naissance aux mouvements d'endosmoses négative ou positive découverts et étudiés par Dutrochet. Ces effets ne sont pas observés et ne se présentent réellement pas dans les conditions de la diffusion où le principe mécanique de la réaction, égal et contraire à l'action, est conservé dans toute son intégrité.

» 8° Les membranes ou les cloisons poreuses accomplissent donc, dans les faits d'endosmose, la fonction qui est dévolue aux machines simples dans la mécanique et la statique. Elles transforment ou modifient l'action de la force de diffusion de manière à faire prédominer l'un ou l'autre des deux courants, qui, sans elles, seraient égaux. Cet effet est dû à l'inégale perméabilité des membranes ou des diaphragmes poreux, ainsi que le démontre l'expérience de Sommering; de là l'importance de la texture des membranes ou cloisons et de leur nature pour modifier les rapports des deux courants.

» 9° La diffusibilité étant, comme la solubilité, la cristallisation, la volatilité, etc., une propriété générale de la matière, et cette propriété étant toujours relative entre les diverses substances qui peuvent affecter l'état liquide ou aériforme utile à la manifestation de la propriété, la diffusibilité,

disons-nous, peut, comme toutes les propriétés physiques et chimiques bien définies, servir à caractériser les substances et par suite être utilisée comme moyen d'analyse. Les conditions d'endosmose offrent seules, à l'exclusion de la diffusion, des moyens faciles et certains de réaliser élégamment cette analyse; telle est celle que nous avons fait connaître sommairement en 1854, et que nous avons décrite depuis sous le nom d'*analyse endosmotique ou osmotique*.

» 10° La dialyse produite en 1862 par M. Graham utilise, comme notre analyse osmotique, l'endosmomètre de Dutrochet métamorphosé en dialyseur. Elle n'est en réalité qu'un cas rare et fort restreint de notre méthode d'analyse par endosmose. Elle est fondée sur la théorie fort discutable des colloïdes et des cristalloïdes, et elle rentre ainsi implicitement dans les conditions du principe d'inégales diffusibilités qui sert de base à notre méthode.

» 11° La dialyse appliquée à l'analyse, supposant toujours un mélange de substances diffusibles et non diffusibles, n'exige pas de soins pour être pratiquée. Elle attend sans surveillance l'accomplissement des conditions d'équilibre stable, qui peuvent toujours finir par se réaliser avec le temps dans toutes les expériences d'endosmose et de diffusion. L'analyse par osmose, au contraire, fondée uniquement sur les propriétés diffusibles inégales des diverses substances chimiques, ne peut attendre les conditions d'équilibre stable; elle doit ainsi, comme toutes les méthodes d'analyse connues, tenir compte des propriétés physiques et de leurs intensités variables avec les conditions expérimentales, pour en tirer le meilleur parti possible.

» 12° La loi des équivalents diffusifs des gaz, énoncée par M. Graham, n'est pas et ne peut pas être la loi physique de la diffusion proprement dite; elle n'est qu'un cas particulier de la diffusion dans les conditions d'endosmose, et elle varie incessamment avec la nature des diaphragmes.

» 13° L'atmolyse proposée par le même savant n'est pas plus légitime que la dialyse; elle n'est qu'une extension aux gaz de la méthode générale d'analyse par endosmose.

» 14° Les faits de diffusion signalés primitivement par Mitchell, et étudiés récemment par M. Graham, rentrent dans les faits de diffusion endosmotiques qui sont subordonnés à la texture poreuse particulière aux membranes de caoutchouc. Les équivalents diffusifs des gaz sont avec le caoutchouc bien différents de ce qu'ils sont avec le plâtre, le graphite ou le stuc. Il est donc inutile de faire intervenir, pour expliquer ces faits, la théorie de la liquéfaction des gaz permanents par le caoutchouc.

» 15° On doit admettre, avec Mairan, que les gaz dissous dans l'eau y affectent l'état liquide, et comme la diffusion est la force qui justifie ce changement d'état, il est légitime de chercher la valeur numérique de cette force dans la force mécanique équivalente qui produit le même effet dans les expériences usuelles de liquéfaction par compression et refroidissement. On évalue ainsi que la force de diffusion de l'acide carbonique dans l'eau équivaut à 36 atmosphères à zéro température. Pour les gaz permanents qui ont résisté à la liquéfaction par pression, la force est sans doute supérieure à 1000 atmosphères.

» 16° La force de diffusion qui se développe par la juxtaposition des particules matérielles doit appartenir encore aux particules enchaînées à l'état solide par la force de cohésion, et il est fort probable que la force électromotrice hypothétique des physiciens n'est qu'une conséquence ou une transformation de la force de diffusion conforme aux principes de la corrélation des forces physiques.

» Nous donnerons prochainement un exemple remarquable des applications que l'on peut faire de l'analyse osmotique aux travaux de l'industrie. »

PHYSIOLOGIE. — *Nature des virus. Détermination expérimentale des éléments qui constituent le principe virulent dans le pus varioleux et le pus morveux.* Note de **M. A. Chauveau**, présentée par M. Cl. Bernard.

« Je me propose de commencer dans cette Note l'exposition des recherches que je poursuis pour décider, à l'aide de l'expérimentation, dans quelle mesure sont applicables aux autres virus mes conclusions sur la détermination du principe actif du virus vaccin. Toutes les humeurs virulentes se comportent-elles comme la sérosité vaccinale ? Dans toutes, le plasma n'est-il qu'un véhicule dépourvu d'activité, et la virulence réside-t-elle sur les éléments solides que ce plasma tient en suspension ? Evidemment, le cas de la vaccine ne pouvait être un cas spécial et isolé. Mais il eût été certainement téméraire et très-probablement inexact de conclure, sans vérification expérimentale préalable, de la vaccine à toutes les maladies virulentes sans exception. Toutes les maladies contagieuses ne sont pas virulentes, puisqu'il en est, même parmi les affections dites internes, qui sont causées par la multiplication de parasites. A plus forte raison, se pourrait-il que, dans les affections virulentes proprement dites, le principe actif ou l'agent contagifère ne fût pas toujours fixé sur les mêmes éléments. C'est une suppo-

sition qui est autorisée par les différences souvent très-tranchées qui existent dans la marche, les caractères, les conditions du développement et de la propagation de quelques-unes de ces maladies.

» Parmi ces différences, celles qui portent sur le dernier point s'imposaient plus particulièrement à mon attention dans la circonstance actuelle. Tous les virus ne se propagent point avec la même activité; tous sont loin de posséder au même degré la propriété d'infecter les organismes sains. Les uns, comme les virus rabique, syphilitique, vaccin, etc., ne semblent pas, à moins de conditions toutes spéciales, pouvoir s'échapper naturellement de l'organisme infecté, et passer dans l'atmosphère ambiante, pour contaminer médiatement les individus bien portants vivant dans cette atmosphère. Les autres, au contraire, comme ceux de la variole, de la clavelée, de la scarlatine, etc., jouissent de cette propriété au plus haut degré. Cette différence est si frappante, que certains auteurs ont cru devoir la caractériser par des dénominations impropres mais expressives, en appelant les premiers *virus fixes,* et les seconds *virus volatils.* A première vue, cette différence parait comporter une différence de nature. Il semble que les derniers doivent leur dissémination plus facile à une subtilité plus grande, à une localisation moins exclusive, à une répartition plus générale dans l'organisme. On comprend que, chez un sujet infecté par un de ces virus, la virulence ne soit pas l'apanage exclusif des corpuscules en suspension dans les humeurs, et que les éléments du plasma puissent la posséder également.

» Soumis à l'expérimentation, cet intéressant problème vient de recevoir une solution, et l'on verra par les détails suivants que cette solution n'a pas confirmé les doutes émis dans les considérations précédentes.

» Le virus de la variole de l'homme a été l'objet de ces nouvelles expériences. J'ai choisi ce virus, parce que c'est un de ceux qui possèdent au plus haut degré la faculté de se propager à distance, et parce qu'il m'était facile de me le procurer. La variole humaine se prêtait, du reste, à ces expériences par la faculté qu'elle a de s'inoculer au cheval et au bœuf, et de produire à coup sûr, sur ces animaux, une éruption locale spéciale dont les caractères sont faciles à reconnaître.

» De l'humeur variolique, recueillie sur des pustules à leur période d'état, fut soumise à la diffusion, sous une mince couche d'eau, suivant le procédé décrit dans ma première communication. Puis on fit, chez le même animal, deux séries d'inoculations comparatives: 1° avec l'eau chargée des principes albumineux du plasma, 2° avec ce même liquide additionné

des corpuscules solides en suspension dans l'humeur variolique. L'expérience fut répétée trois fois.

» La première fois, la diffusion ne fut pas prolongée au delà de vingt-quatre heures, parce que la couche d'eau étant très-mince fut rapidement envahie par les substances en solution dans le plasma variolique. Les deux séries d'inoculations furent pratiquées à la joue d'un cheval. On fit quatre piqûres avec chaque liquide. Celles qui reçurent les éléments du plasma avortèrent complétement. Les autres donnèrent naissance à quatre larges papules varioliques, dont une ombiliquée.

» La deuxième diffusion fut continuée pendant quarante-huit heures. Un jeune taurillon subit les deux séries d'inoculations comparatives dans la région du périnée. Huit piqûres faites à gauche avec le liquide plasmatique ne produisirent pas le moindre effet. Huit autres piqûres, pratiquées à droite avec l'autre liquide, firent naître autant de petites papules varioliques de forme globuleuse.

» Quant à la troisième expérience, elle fut exécutée exactement dans les mêmes conditions que la précédente. Seulement les inoculations furent faites sur une jeune vache laitière, de chaque côté de la vulve. Avortement complet des piqûres gauches. A droite, sur huit piqûres, sept firent développer chacune une papule de variole, papule très-rouge et très-saillante.

» Ainsi, le virus du pus variolique se comporte absolument comme celui de l'humeur vaccinale. Le premier, comme le second, se trouve fixé sur les éléments solides du liquide virulent; les éléments du plasma ne participent nullement à l'activité spécifique de ce liquide. Si le virus variolique exerce cette activité à distance, ce n'est donc pas parce qu'il diffère de nature avec le virus vaccin; c'est pour d'autres causes dont l'exposition fera l'objet d'une communication spéciale.

» C'est avec la plus entière confiance que je soumets à l'Académie cette conclusion de mes expériences, quoiqu'elles n'aient point été pratiquées sur des sujets aptes à l'évolution complète de la variole (l'homme seul est dans ce cas). J'y suis autorisé, non-seulement par l'étude minutieuse que j'ai faite de la transmission de la variole de l'homme aux animaux (1), mais encore par les expériences dont il me reste à parler, et qui portent sur un virus dont les terribles effets ne sauraient donner prise à aucune équivoque. Je veux parler du virus de la morve, dont j'ai aussi cherché à déterminer la

---

(1) *Voir* le travail *Vaccine et Variole*, couronné par l'Académie, en 1866.

nature, en soumettant à la diffusion le pus morveux pour en extraire les éléments fondamentaux du plasma.

» La première application de la méthode a eu lieu sur la matière fournie par les noyaux pneumoniques et les chancres nasaux d'un cheval atteint de morve chronique. Cette matière, mélange de pus et de sang, présentait une teinte rouge très-accentuée. Elle fut soumise à la diffusion pendant quarante-huit heures. On put suivre des yeux la marche et les progrès du phénomène, grâce à la présence de l'hématosine, que l'eau avait dissoute en détruisant les globules sanguins. Ainsi, au bout de vingt-quatre heures, la matière colorante du sang s'élevait jusqu'à la moitié de la hauteur de l'eau, sous forme d'un nuage d'un rouge vif qui se dégradait insensiblement de bas en haut ; et, après quarante-huit heures, la couche aqueuse la plus superficielle, qui, depuis longtemps déjà, contenait l'albumine en quantité notable, était envahie à son tour par la matière colorante du sang.

» Les éléments de cette couche superficielle furent d'abord inoculés à deux chevaux, par plusieurs piqûres sous-épidermiques pratiquées au-dessus de la narine droite. Puis une petite quantité de la matière puriforme soumise à la diffusion fut agitée dans la masse liquide pour y disséminer des leucocytes et des granulations, et l'on puisa de nouveau dans cette masse la quantité de liquide nécessaire pour une seconde inoculation, qui fut faite à la narine gauche de l'un des deux animaux. Ainsi, un cheval fut inoculé exclusivement avec l'eau chargée des éléments dissous dans le plasma de la matière morveuse. L'autre sujet subit deux inoculations, dont une avec le même liquide plasmatique additionné de quelques-uns des corpuscules solides tenus en suspension dans l'humeur morveuse.

» Les résultats de ces inoculations furent aussi remarquables et aussi nets que possible. Le premier cheval conserva la santé la plus parfaite et ne présenta pas même le plus léger travail local au niveau des piqûres. Sur le second, la même absence de phénomènes locaux fut observée sur les piqûres pratiquées avec le liquide purement plasmatique. Mais les autres se tuméfièrent le cinquième jour, et le huitième jour l'animal présentait tous les symptômes de la morve aiguë la plus intense, dont il fut permis, du reste, de constater, à l'autopsie, les lésions dans les cavités nasales et les poumons.

» Une deuxième expérience fut faite sur deux ânes, avec des résultats encore plus accentués, car le sujet inoculé avec l'eau dans laquelle l'agitation avait amené des leucocytes, ainsi que des granulations, succomba en cinq jours à une morve suraiguë des plus malignes, tandis que les résultats furent absolument négatifs sur l'autre sujet.

» Enfin, le poumon de l'âne qui vient d'être signalé comme ayant été emporté par la morve a fourni la matière nécessaire pour une troisième expérience, qui a donné déjà des résultats tout à fait significatifs, quoique nous ne soyons qu'au quatrième jour des inoculations. C'est un cheval qui a reçu la matière morveuse complète, plasma et corpuscules. Au bout de douze heures, les piqûres étaient déjà le siége d'un travail inflammatoire spécifique, et aujourd'hui l'animal est tout à fait morveux. Un âne servit à l'inoculation du plasma dépourvu d'organites, et cet animal est encore en pleine santé. Ces résultats, je le répéterai, sont déjà tout à fait significatifs, quoique l'expérience soit encore bien près de son début, car la morve se développe chez l'âne plus sûrement et plus rapidement que chez le cheval. De plus, dans la présente expérience, on avait pris toutes les précautions voulues pour assurer sur l'âne le développement de la morve, si elle avait dû naître, en multipliant les piqûres d'inoculation jusqu'au nombre de dix-huit, et en y introduisant une grande quantité de liquide ; tandis que, sur le cheval, on n'avait fait que quatre inoculations, sans prendre de soins spéciaux pour en assurer le succès.

» En résumé, pas plus que dans la vaccine et la variole, le sérum des humeurs virulentes n'est doué, dans l'affection morveuse, de l'activité spécifique qui constitue la virulence. Cette activité réside exclusivement dans les organites ou corpuscules élémentaires en suspension dans ces humeurs. »

PHYSIOLOGIE. — *Des ferments organisés qui peuvent se trouver dans le bicarbonate de soude du commerce; par* M. **Le Ricque de Monchy.**

« Dans toutes les solutions concentrées de bicarbonate de soude du commerce que j'ai observées au microscope avant la filtration, j'ai vu des corpuscules mobiles très-petits, que l'on désigne vulgairement sous le nom de *granulations moléculaires*. Je me propose de démontrer que ce sont des ferments organisés, des cellules végétales. Leur extrême petitesse ne me permet pas de les décrire. Aussi est-ce à la Chimie que j'ai recours pour leur assigner une place dans les séries végétales. Ce sont des ferments dans toute l'acception ordinaire du mot, car ils agissent et sur le sucre de canne et sur la fécule pour les transformer.

» Pour isoler ces corpuscules mobiles, il suffit de délayer le bicarbonate de soude dans de l'eau distillée, et de recueillir sur un filtre de papier tout ce qui refuse de se dissoudre. Dans les expériences suivantes, j'ai employé les corpuscules ainsi isolés et complétement lavés à l'eau distillée.

» *Action des corpuscules mobiles du bicarbonate de soude sur le sucre de canne.* — J'ai préparé une solution de sucre de canne exempt de glucose, je l'ai fait bouillir, je l'ai additionnée de créosote, et l'ai partagée en quatre parties introduites dans quatre ballons.

» Le ballon 1 reçut une certaine quantité de corpuscules et fut hermétiquement fermé. Le ballon 2 reçut la même quantité de corpuscules mobiles et fut fermé par le tube à coton de MM. Schrœder et Dusch.

» Les ballons 3 et 4, ne contenant que la solution sucrée et créosotée, devaient servir de témoins. L'un fut hermétiquement fermé, l'autre muni du tube à coton.

» *Observations faites sur le contenu du ballon* 1. — Cinq jours après le commencement de l'expérience, la liqueur ne réduisait point le réactif cupropotassique, mais on voyait des bulles de gaz se dégager; de légèrement alcaline qu'elle était, la liqueur était devenue légèrement acide. Il y avait donc commencement de fermentation. Le dixième jour, l'acidité était plus franche, sans que la liqueur réduisît encore le réactif cupropotassique. Le trentième jour, la réduction du réactif cupropotassique était abondante, bien avant la température de l'ébullition. La transformation acide du sucre de canne avait donc précédé la formation du glucose, et la formation de celui-ci est due à la naissance préalable de l'acide. Ce fait est unique jusqu'à présent dans l'étude de l'action des ferments organisés sur le sucre de canne.

» Après six mois de contact avec les corpuscules mobiles, la liqueur du ballon 1 fut filtrée et distillée. La liqueur distillée contenait de l'alcool et de l'acide acétique.

» La liqueur du ballon témoin 3 n'avait subi aucune transformation.

» *Observations faites sur le contenu du ballon* 2. — Dans cette préparation, quelques jours après le commencement de l'expérience, la liqueur sucrée réduisait le réactif cupropotassique sans formation préalable de produits acides; la fermentation avait commencé par la transformation glucosique du sucre de canne. Le contenu du ballon 4 n'avait subi aucun changement.

» Dans les deux expériences que je viens de rapporter, les corpuscules mobiles se trouvaient seuls, à la fin de l'expérience comme au début. Les ballons témoins étaient exempts de tous produits organisés.

» *Action des corpuscules mobiles du bicarbonate de soude sur la fécule.* — Dans trois ballons semblables on introduisit des quantités égales d'empois de fécule pure. L'un des ballons fut additionné de créosote et de corpuscules mobiles; le second fut seulement créosoté, et le troisième abandoné à lui-

même. Ils furent aussitôt hermétiquement fermés. Huit jours après, l'empois du premier ballon était fluidifié ; le dixième jour, il réduisait le réactif cupropotassique. L'empois du second ballon était intact, et celui du troisième était, dès le huitième jour, couvert de moisissures. Les corpuscules mobiles se voyaient seuls dans le liquide du premier ballon.

» *Action des corpuscules mobiles du bicarbonate de soude sur la gélatine.* — M. Béchamp avait démontré que la gelée de gélatine exposée à l'air se fluidifiait par suite du développement de granulations moléculaires et de vibrions; que la gelée créosotée se conservait indéfiniment. J'ai voulu m'assurer si ces corpuscules mobiles étaient capables de liquéfier la même gelée. Dans trois ballons égaux j'introduisis de la gélatine en gelée : l'un reçut les corpuscules et de la créosote; le second, seulement de la créosote; le troisième, abandonné à lui-même, servait de témoin. La gelée créosotée en contact avec les corpuscules fut promptement liquéfiée sans retour. Celle qui avait été abandonnée à elle-même était également liquéfiée et remplie de vibrions, de bactéries, etc. La gélatine seulement créosotée était restée en gelée, même après six mois. Dans le ballon créosoté et muni de corpuscules mobiles, ceux-ci furent retrouvés seuls.

» *Remarque.* — Dans ces expériences, les corpuscules sont seuls actifs, car ni le bicarbonate de soude ni le carbonate de chaux pur n'ont d'action comme ferment. En effet, ces corpuscules mobiles, lavés successivement à l'acide chlorhydrique au millième, puis à l'eau distillée, pour les débarrasser de ces sels, ne perdent pas leur activité comme ferments; mais leur mode d'action est modifié. Ainsi préparés, je les introduisis dans une solution bouillie et créosotée de sucre de canne pur. Le ballon fut fermé par le tube à coton : cette fois, la fermentation acide précéda la formation du glucose, comme dans le ballon I *fermé hermétiquement* de la première expérience dont j'ai parlé au commencement.

» Dans une préparation semblable à la précédente j'introduisis 5 grammes de carbonate de chaux pur; ils furent promptement dissous. La liqueur était neutre d'abord; le quarantième jour elle ne réduisit pas le réactif cupropotassique. La présence du carbonate de chaux neutralisait les acides à mesure qu'ils se formaient, et empêchait ainsi leur action sur le sucre de canne, qui était directement consommé.

» J'admets avec M. Béchamp que les fermentations par ferments organisés sont des actes physiologiques de nutrition. La formation d'un acide dans ces expériences ne peut être que le résultat d'une sécrétion opérée par les corpuscules mobiles qui sont ainsi nécessairement organisés : en effet,

ils sont absolument insolubles, et si l'axiome : *Corpora non agunt nisi soluta* est vrai, l'interprétation que je donne de ces phénomènes doit être vraie.

» Ces expériences me paraissent appuyer fortement la manière de voir de M. Béchamp, qui développa ainsi les idées autrefois émises par M. Dumas.

» *Nature des corpuscules mobiles du bicarbonate de soude.* — Si j'ajoute que ces corpuscules perdent leur activité comme ferments à la température de 100 degrés, ainsi que par leur contact avec une solution de potasse au dixième; qu'ils sont insolubles dans cette même solution alcaline, je me croirai autorisé à conclure que ce sont des cellules végétales ayant déjà éprouvé un développement.

» *Conclusion.* — Ces cellules végétales ou leurs germes ne peuvent venir que de l'atmosphère où ils étaient en suspension, car il n'est pas supposable qu'une matière organisée ait résisté à la température élevée par laquelle a passé la soude qui a produit le bicarbonate. Les corpuscules ne sont venus qu'après la fabrication, et leur présence explique l'apparition de productions végétales dans des milieux où il peut paraitre étonnant d'en rencontrer. Enfin ces corpuscules sont des ferments dont l'action varie avec les milieux où ils se trouvent; de plus, dans certains cas, ce sont des producteurs d'alcool. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les granulations moléculaires des fermentations et des tissus des animaux; par* **M. A. Béchamp.**

« Depuis que j'étudie les ferments et les fermentations, mon attention a été éveillée sur la signification chimique et physiologique des corpuscules mobiles que les chimistes et les physiologistes appellent *granulations moléculaires* et dont, jusqu'ici, on a cru avoir fait l'histoire en disant qu'ils sont animés du mouvement brownien.

» Dans plusieurs circonstances, j'ai insisté sur le fait que ces granulations, qui sont insolubles, sont organisées; et cela, parce que leur action comme ferments est du même ordre que celle des autres ferments insolubles, sur l'organisation desquels on est d'accord. Parmi les granulations moléculaires on peut distinguer celles du vin (1), celles qui se développent dans certains mélanges qui entrent en fermentation (2), celles qui existent dans

(1) *Sur la cause qui fait vieillir les vins* (*Comptes rendus*, t. LXI, p. 408; 1865).

(2) *Sur la fermentation alcoolique*. Réponse à une réclamation de M. Berthelot (*Comptes rendus*, t. LVIII, p. 1116; 1865).

la craie (1), ou celles qui apparaissent naturellement dans certains mélanges exposés à l'air et dans certaine maladie des vers à soie (2).

» De l'étude et de la signification des granulations moléculaires qui naissent ou agissent dans quelques fermentations, et que j'ai appelées des *microzyma*, à l'étude et à la signification de celles qui existent normalement dans tous les tissus des êtres organisés, ainsi que dans un grand nombre de cellules de ces tissus, la transition était naturelle. C'est ce que j'ai montré dans une précédente publication (3).

» Ma satisfaction a donc été extrême, lorsque j'ai vu M. Chauveau entrer dans cette voie et confirmer, à un autre point de vue, les observations faites dans le laboratoire du chimiste (4). Je dis *à un autre point de vue*, et j'ai tort, car au point de vue physiologique où je me suis placé et d'où je considère ce que l'on nomme les *fermentations*, l'expérience de M. Chauveau sur les granulations moléculaires du virus vaccin rentre tout à fait dans les miennes : je fais vivre les granulations moléculaires dans des dissolutions de matières simplement organiques; M. Chauveau, dans les matières organiques et organisées d'êtres vivants. Mais nous montrerons prochainement, M. Estor et moi, que la manière d'être des granulations moléculaires est souvent du même ordre, soit lorsqu'elles agissent sur des matières purement organiques, soit lorsqu'elles fonctionnent dans les matériaux de l'être vivant; d'un autre côté, M. Le Rique de Monchy, par des expériences faites dans mon laboratoire, montrera à son tour que des granulations moléculaires en apparence semblables ou même identiques, ont pourtant, au point de vue chimique, des fonctions différentes. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Mode d'action du sel marin employé comme engrais;* *par* **M. F. Jean.**

« M. Velter, dans une Note lue à la Société impériale et centrale d'Agriculture de France, explique ainsi le rôle du sel employé comme engrais :

---

(1) *Du rôle de la craie dans les fermentations et des organismes vivants qu'elle contient* (*Comptes rendus*, t. LXIII, p. 451; 1866), et Lettre à M. Dumas sur la fermentation caproïque de l'alcool (*Annales de Chimie et de Physique*, janvier 1868).

(2) *Sur la maladie des vers à soie dits* restés petits (*Comptes rendus*, t. LXIV, p. 1185; 1867).

(3) *De la circulation du carbone dans la nature et des intermédiaires de cette circulation.* Exposé d'une théorie chimique de la vie de la cellule organisée (1867).

(4) *Nature du virus vaccin, etc.* (*Comptes rendus*, t. LXVI, p. 289; 1868).

« Le sel marin dans une terre riche en matières organiques azotées se » transforme en carbonate de soude. Le chlore est entraîné dans le sous- » sol à l'état de chlorure de calcium, et le carbonate formé, retenu par » la terre, agit sur les matières organiques dont l'oxydation devient facile ; » il se forme alors du nitrate de soude. »

» M. Velter admet que le carbonate de soude prend naissance lorsque le carbonate de chaux, dissous dans l'acide carbonique, est en contact avec du chlorure de sodium ; que, par double décomposition, il se produit du bicarbonate de soude et du chlorure de calcium.

» J'ai cherché à vérifier si cette réaction a lieu ; si la formation du chlorure de calcium n'est pas due à une autre cause.

» J'ai fait passer du gaz acide carbonique dans un lait de carbonate de chaux, et séparé par filtration une liqueur légèrement acide, contenant le bicarbonate de chaux ; j'ai alors ajouté une solution de chlorure de sodium pur, et, après avoir agité le mélange, j'ai constaté au papier réactif une réaction franchement alcaline, due au bicarbonate de soude qui avait pris naissance. Cette expérience confirme donc l'explication donnée par M. Velter, ainsi que l'hypothèse de Berthollet sur la formation du natron.

» Je n'admets cependant pas que la transformation du chlorure de sodium en carbonate de soude soit due exclusivement à la réaction signalée par M. Velter. Que se passe-t-il, en effet, dans un sol arable contenant du carbonate de chaux, des matières organiques azotées en décomposition, et par conséquent des sels ammoniacaux ?

» Le carbonate de chaux décompose les sels ammoniacaux, les transforme en carbonate d'ammoniaque ; ce carbonate rencontre, dans l'atmosphère souterraine, du gaz acide carbonique produit par la décomposition des matières organiques, et forme du bicarbonate d'ammoniaque ; or, si ce sel trouve dans le sol du chlorure de sodium, il s'établit une double décomposition, le chlore s'unit à l'ammonium et l'acide carbonique à la soude. Le chlorure d'ammonium est décomposé à son tour par le carbonate de chaux en chlorure de calcium, qui passe dans le sous-sol, et en carbonate d'ammoniaque. Le carbonate de soude, ainsi produit, détermine la décomposition des détritus organiques azotés et en facilite la nitrification.

» La transformation du chlorure de sodium en carbonate de soude a lieu si facilement en présence du bicarbonate d'ammoniaque, que MM. Truck et Schlœsing ont appliqué cette réaction à la fabrication du carbonate de soude.

» Cette explication complète celle donnée par M. Velter; elle rend compte des bons effets produits par les engrais qui renferment du chlorure de sodium, tels que les matières fécales, les guanos mouillés par l'eau de mer, les fumiers salés, etc., et porte à présumer que le sel marin exercera une action favorable sur la végétation toutes les fois qu'il sera appliqué, à dose modérée, sur des terres contenant du carbonate de chaux, des matières organiques en décomposition et des sels ammoniacaux. »

PHYSIOLOGIE. — *Note sur les propriétés antiputrides de l'éther sulfurique; par* **M. MARTIN.** (Extrait.)

« En 1841, j'écrivais, dans le *Bulletin général de thérapeutique*, qu'on peut éviter que le seigle ergoté ne devienne la proie des vers, en l'humectant d'éther sulfurique rectifié et le renfermant dans des flacons hermétiquement bouchés. Quelques années après, je constatais, dans un autre article, qu'en suivant le même procédé, on préserverait de l'attaque des insectes les mouches cantharides, les pois d'iris et une infinité d'autres substances employées en médecine, telles que racines, feuilles et fleurs. Depuis lors, ce succès m'a engagé à chercher si l'éther pourrait conserver la viande destinée à l'alimentation de l'homme. Dans ce but, j'ai fait les essais suivants :

» J'ai mis, dans six boîtes de fer-blanc, de la chair de bœuf non cuite; j'ai placé tout autour de petits tampons de ouate de coton, imbibés d'éther sulfurique : les boîtes bien soudées furent exposées au soleil, sur une terrasse couverte en zinc. Tous les trois mois, j'ouvrais une de ces boîtes : la viande que j'en retirais était fraîche et aussi rose que le jour où elle y était déposée. Chaque morceau de bœuf pesait un kilogramme : aucun liquide ne s'en était écoulé; le poids était resté le même; la forme n'avait nullement changé.

» La viande ainsi conservée ne subit pas de fermentation putride; elle est fortement imprégnée d'éther; cette odeur persiste après de nombreux lavages à l'eau froide. Cuite au pot-au-feu, cette viande laisse dans la bouche, lorsqu'on la mange, une saveur particulière, due probablement à la formation d'un nouvel éther; la fibre est désagrégée, sans consistance; en la mâchant, on croirait avoir sous les dents une substance analogue à l'agaric de chêne.

» Puisque l'éther ne permet pas l'éclosion des insectes, qu'il empêche le développement de la fermentation putride, il pourrait servir à conserver nos restes mortels pendant un temps que je ne puis fixer, puisqu'il n'est pas en mon pouvoir d'en faire l'essai sans une autorisation de l'autorité. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Analyses de quelques eaux des sources thermales d'Ischia, près Naples; par* MM. **Ch. Mène** *et* **Rocca-Tagliata**. (Extrait.)

« On a signalé, dans quelques-unes des sources d'Ischia, de petites quantités d'iode, de brome et de nitrates. Nous avons soigneusement recherché ces principes, par tous les moyens connus en chimie, et sur de grandes quantités de produits, non-seulement dans les eaux, mais encore dans les sels qui se déposent le long des bassins de réceptions, et nous n'avons pu, en aucune occasion, obtenir de réactions assez caractéristiques pour en affirmer la présence.

» Nous avons encore soumis le sel des résidus d'évaporation de l'eau à l'analyse spectrale, afin de voir si quelque corps, comme la lithine par exemple, ne viendrait pas donner lieu d'attribuer la vertu curative des sources à des éléments spéciaux : nous n'avons rien observé de pareil, sauf la soude et la potasse qui composent presque en totalité la partie minérale de ces eaux.

» .... La composition minérale des eaux de toutes ces sources est à peu près la même; elle peut se représenter par un mélange de bicarbonates alcalins et de chlorure de sodium avec un peu de silice et de sulfates. C'est en effet aussi la composition du sel qui se dépose le long des bassins, et dont la structure mate, blanche et très-dure, affecte la forme de stalactites. Sa densité peut être évaluée à 2,1097. »

M. Mialhe, à l'occasion de la communication faite par M *Chauveau* dans la séance précédente sur le principe actif du vaccin, rappelle que ses recherches personnelles sur la diastase salivaire, la pepsine et d'autres principes analogues l'avaient conduit à formuler, en 1855, des conclusions relatives à l'existence de ferments qui auraient une spécificité particulière et pourraient être nommés *ferments pathologiques*. Enfin, il prie l'Académie de vouloir bien autoriser l'ouverture d'un pli cacheté déposé par lui le 5 avril 1847, et qui a rapport au principe actif du vaccin, ou *vaccinase*.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel, contient la Note suivante :

« Il résulte de mes recherches que le principe actif de la vaccine appartient à la classe des ferments.

» Voici ses principaux caractères. Isolé à l'aide de précipitations alcooliques successives, il est soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool et dans l'éther; la chaleur, les acides forts, les bases puissantes annihilent son pou-

voir spécifique, lequel, comme on le devine, réside dans la propriété qu'il possède d'agir sur l'économie animale absolument comme la vaccine elle-même. »

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section d'Économie rurale présente, par l'organe de son doyen, **M. Boussingault**, la liste suivante de candidats à la place vacante dans cette Section par suite du décès de M. *Rayer* :

En première ligne. . . . . . . **M. J. Reiset.**

En deuxième ligne, ex æquo, *et par ordre alphabétique*. . { **M. Bouley.** **M. Dubrunfaut.** **M. Hervé Mangon.** }

En troisième ligne. . . . . . . **M. Richard** (du Cantal).

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la séance prochaine.

La séance est levée à 6 heures trois quarts. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 17 février 1868, les ouvrages dont les titres suivent :

Géodésie, ou Traité de la figure de la terre et de ses parties; par M. L.-B. Francoeur; 4e édition, revue et corrigée sur les manuscrits de M. Francœur, par M. Francoeur fils, augmentée de *Notes sur la mesure des bases; par* M. Hossard. Paris, 1865; 1 vol. in-8°.

Bibliothèque des Sciences naturelles. — Anatomie microscopique. — Des éléments anatomiques. — Des épithéliums; par M. Ch. Robin. Paris, 1868; in-8°.

De la déviation conjuguée des yeux et de la rotation de la tête dans certains cas d'hémiplégie; par M. J.-L. Prevost. Paris, 1868; in-8°.

Le choléra, sa guérison par ses antidotes naturels; moyen de le prévenir et de se guérir soi-même; par M. Corriez. Amiens, sans date; 1 vol. in-12.

L'Association britannique pour l'avancement des Sciences et sa trente-septième session à Dundée en Écosse au mois de septembre; par M. Ch. MARTINS. Paris, 1868; br. in-8°. (Extrait de la *Revue des deux Mondes.*)

Notice sur les travaux scientifiques de M. N. JOLLY. Toulouse, 1862; in-4°.

Assainissement et culture du delta des grands fleuves. — Expériences dans le delta de l'Èbre; par M. J. CARVALLO. Paris, sans date; grand in-8°. (Extrait des publications de l'Académie nationale agricole, manufacturière et commerciale.)

Question de priorité. — Propriétés désinfectantes des permanganates alcalins; par M. BOLLMANN-CONDY. Paris, 1867; br. in-8°. (Envoyé au concours Barbier et au concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1868.)

Scientific... *Éducation scientifique dans nos écoles; par* Sir David BREWSTER. Édimbourg, 1867; br. in-8°.

Opening... *Discours d'ouverture prononcé par le Président de la Société royale d'Édimbourg*, Sir David BREWSTER, le 2 décembre 1867. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Bidrag... *Matériaux pour la statistique officielle de Suède* (A), *statistique de la population, suite pour l'année* 1865. Stockholm, 1867; in-4°.

Osservazioni... *Observations météorologiques exécutées en l'Observatoire royal de Palerme pendant l'année* 1864. Palérme, sans date; in-4°.

Bullettino... *Bulletin de bibliographie et d'histoire des Sciences mathématiques et physiques; publié par* M. B. BONCOMPAGNI., t. Ier, janvier 1868. Rome, 1868; in-4°.

Su alcune... *Note sur quelques conditions physiques de l'affinité, et sur le mouvement Brownien; par* M. le professeur G. CANTONI. Milan, 1868; br. in-8°.

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

ERRATA.

(Séance du 17 février 1868.)

Page 313, lignes 1, 8 et 23, *au lieu de* Porte-d'Espagne, *lisez* Port-d'Espagne.

Page 313, ligne 6, *au lieu de* Torento, *lisez* Toronto.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 MARS 1868.

PRÉSIDENCE DE M. DELAUNAY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Ministre de l'Instruction publique transmet une ampliation du Décret impérial qui approuve la nomination de *M. Laugier* pour remplir, dans la Section de Médecine et de Chirurgie, la place laissée vacante par le décès de *M. Velpeau*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, **M. Laugier** prend place parmi ses confrères.

M. Serret fait hommage à l'Académie du second volume de son « Cours de Calcul différentiel et intégral ». Ce second volume est consacré au Calcul intégral.

CHIMIE AGRICOLE. — *Présentation à l'Académie d'un opuscule sur les engrais envisagés au point de vue le plus général, suivi de quelques considérations sur l'enseignement agricole; par* **M. E. Chevreul.**

« J'avais négligé de présenter à l'Académie, pour la bibliothèque de l'Institut, un opuscule de dix-huit pages sur *les engrais et l'enseignement*

agricole; la communication intéressante faite par M. Peligot sur les alcalis fixes des végétaux m'a suggéré quelques observations que j'exposerai après avoir donné une idée d'un opuscule, bien concis sans doute, mais qui résume en partie les généralités de mes vues sur les engrais envisagés relativement à la composition des plantes.

» Je pose en principe qu'une plante, pour acquérir l'entier développement dont elle est susceptible, doit trouver à sa portée tout ce qui est nécessaire à ce développement, y compris la convenance des circonstances du climat où elle végétera.

» De là quatre conséquences :

» *Première conséquence.* — Dans la plupart des cas ajouter au sol un *engrais* et quelquefois un *amendement.*

» Conformément à ma distribution des sciences du ressort de la philosophie naturelle, la distinction *concrète* entre les deux matières *engrais* et *amendement* est impossible, mais leur mode d'action est facile à définir. L'*engrais* fournit une matière *alimentaire* à la plante, l'*amendement*, non; il agit physiquement : dès lors un *amendement*, tel que la marne, peut agir comme engrais par sa partie calcaire, et un *engrais* tenant de la paille peut agir comme *amendement*, tant que cette paille divise le sol en le rendant perméable aux agents atmosphériques et ne s'altère pas.

» *Deuxième conséquence.* — L'*engrais* ne doit jamais être considéré comme *absolu* ou *normal*, mais comme *complément* de ce qui manque à un sol donné pour obtenir le produit de culture qu'on se propose d'avoir, en tenant compte du temps que l'engrais met à se décomposer pour satisfaire aux besoins de la végétation.

» *Troisième conséquence.* — L'*engrais* ne doit pas être exposé à ce que les parties solubles soient entraînées au loin par les eaux.

» *Quatrième conséquence.* — On doit tenir compte des eaux *souterraines* qui peuvent pénétrer la couche arable, ainsi que des vapeurs, des poussières que les vents peuvent apporter aux champs de culture.

APPLICATION DE CES VUES GÉNÉRALES A L'EMPLOI DES ENGRAIS.

» PREMIÈRE APPLICATION. *Des sols, eu égard à leur position inclinée ou horizontale, leur perméabilité et leur profondeur relativement à la partie soluble des engrais.* — C'est ici que j'envisage les sols comme des poussières ou des solides poreux dont les parties plus ou moins agrégées se prêtent plus ou moins à absorber les vapeurs et à s'unir à la matière soluble ou gazeuse des engrais, et que je montre la clarté que répand la définition de l'*engrais com-*

plémentaire, en ayant égard au temps de sa décomposition relativement aux besoins de la plante.

» C'est là que je considère l'influence des pentes, de la perméabilité des couches, du sol et du sous-sol et de l'imperméabilité des couches inférieures relativement à la dispersion de la partie soluble des engrais.

» DEUXIÈME APPLICATION. *Des eaux souterraines.* — En les prenant en considération, on explique en bien des cas la présence de différents corps dans des plantes, qu'on ne s'expliquerait pas autrement; par exemple, des plantes cultivées dans des terrains sableux des îles de la Loire renferment de la chaux, quoique les sables en contiennent à peine des traces; mais ces îles reçoivent par infiltration des eaux qui ont coulé préalablement dans des terrains calcaires qui bordent le fleuve.

» TROISIÈME APPLICATION. *Aération du sol.* — J'ai attribué au drainage un double effet : l'*évacuation d'un excès d'humidité du sol et son aération* dans des couches où l'air atmosphérique n'aurait pas pénétré. Ce double effet divise le sol et augmente à surface égale l'espace où les racines peuvent s'étendre.

» J'ai montré les précautions à prendre quand on emploie des engrais liquides et la nécessité de maintenir une certaine quantité d'oxygène atmosphérique libre dans le sol.

» QUATRIÈME APPLICATION. *Des engrais eu égard au temps nécessaire à leur décomposition et aux besoins de la végétation.* — J'insiste sur la nécessité de prendre en considération l'influence que les sols peuvent avoir sur la vitesse de l'altération des principes immédiats des engrais qu'on y mélange.

» Ces sols, dans un temps donné, accélèrent ou retardent l'altération des engrais qu'on y a mêlés ou bien y sont indifférents.

» C'est un élément de connaissances à prendre en considération, dont la nécessité est démontrée par mes dernières recherches sur les affinités capillaires.

» Enfin, quatre pages sont réservées à l'exposé de mes opinions sur l'enseignement agricole, distingué en *pratique* et en *théorique*. Le principe auquel je le subordonne est le degré de certitude des matières de l'enseignement. Tout ce qui est *positif, incontestable,* comme ce qui ressort des mathématiques, peut être enseigné avec avantage; mais tout ce qui concerne la chimie agricole exige de la part du professeur une grande réserve, par la raison que les travaux *sérieux* relatifs à la chimie agricole sont très-peu nombreux, et que dès lors il faut bien se garder d'enseigner

des propositions qui plus tard seraient des *semences d'erreur* et conséquemment un obstacle à ce que la vérité se répandît.

» Je passe aux observations que le Mémoire de M. Peligot m'a suggérées.

» Avant tout, je crois devoir rappeler que le mérite d'avoir distingué d'une manière précise la soude d'avec la potasse appartient à Du Hamel du Monceau (10 de janvier 1737) (1). Margraff, en 1758, publia un long travail où il arriva à la même conclusion que Du Hamel, qu'il cite avec éloge d'autant plus justement, que ses expériences sont à peu près les mêmes que celles du chimiste français.

» Vauquelin, en 1793 (2), publia une analyse du *Salsola soda*, cueilli sur les côtes de Cherbourg.

» Il arriva à cette conclusion, que la plante ne contient ni chaux ni potasse, mais, fait remarquable, de la magnésie avec des sels de soude, dont une partie est à l'état de carbonate.

» Mais en 1809 (3), en analysant les sels de la même plante que lui donna Pelouze le père, il reconnut qu'il s'était trompé à l'égard de la soude carbonatée dont il avait admis la présence en même temps que celle du chlorure de sodium.

» La nouvelle analyse lui offrit de l'oxalate de potasse, de l'acétate de potasse en petite quantité, du sulfate de potasse, du muriate de potasse en grande quantité et seulement *quelques atomes de sel à base de soude*, du sulfate de magnésie, de l'oxalate de chaux, de la silice en quantité considérable.

» On voit que le résultat est tout à fait conforme à l'opinion de M. Peligot, sur l'aptitude des végétaux en général à prendre des composés à base de potassium.

» Mais conformément à la *méthode* à posteriori *expérimentale*, voyant les composés à base de soude puisés par un grand nombre de plantes croissant dans les milieux salés, je considère la soude comme nécessaire au développement de ces plantes, et je rappellerai la distinction en trois catégories des principes qui pénètrent dans les corps vivants :

» *Première catégorie*. Des PRINCIPES ESSENTIELS, *essentiels*, qui ne peuvent être remplacés par aucun autre : tels sont l'oxygène, l'azote, le carbone, etc.

---

(1) *Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1736, p. 215 : *Sur la base du sel marin*.

(2) *Annales de Chimie*, t. XVIII, p. 65.

(3) *Annales du Muséum d'Histoire naturelle*, t. XIII, p. 7.

» *Deuxième catégorie*. Des PRINCIPES ESSENTIELS, mais qui peuvent être remplacés par d'autres; la potasse me paraît être dans ce cas relativement à la soude, pour des plantes croissant dans les milieux salés; je cite depuis longtemps les expériences de Vauquelin à l'appui de cette distinction.

» *Troisième catégorie*. Des PRINCIPES ACCIDENTELS : l'or, le cuivre, l'argent, le plomb, etc., que l'on a indiqués toujours en petite quantité dans les plantes, sont, selon moi, dans ce cas (1).

» Si M. Peligot avait connu l'*opinion émise le* 15 *de janvier* 1846 *dans le Conseil général des manufactures sur l'impôt du sel employé dans la préparation des produits chimiques, et sur l'influence du sel dans l'économie animale et l'économie végétale* (2), il aurait vu que tout en admettant la nécessité du sel dans l'économie organique, j'avais insisté sur ce qu'il existe une limite passé laquelle il est dangereux; il aurait vu plusieurs pages consacrées à ce sujet, examiné toujours au point de vue de l'*engrais complémentaire*; il aurait vu le procédé que l'on conseille pour déterminer la quantité normale de sel nécessaire à la vie des animaux adultes dans les vingt-quatre heures; il aurait vu la possibilité qu'un sol devînt trop salé par l'addition exclusive d'engrais provenant d'animaux dans la nourriture desquels le sel aurait été employé en excès.

» Et à ce sujet M. Peligot parle de l'inconvénient de l'engrais humain au point de vue de l'accumulation du sel dans le sol ; il m'a semblé qu'il y préfère la poudrette. Si je ne me trompe pas à cet égard, mon opinion serait contraire à la sienne ; mais je reconnais que dans les pays où l'emploi de l'engrais humain n'est pas séculaire, il est des études à faire dans lesquelles on peut commettre de graves erreurs tenant toujours à l'oubli :

» 1° D'avoir pris en considération l'*engrais complémentaire;*

» 2° De ne s'être pas rendu compte de la nécessité de l'aération du sol ;

» 3° De ne s'être pas rendu compte de l'influence des pentes, de la perméabilité des couches souterraines pour disperser au loin la partie soluble des engrais y compris les sels.

» Enfin, j'ajouterai que mes expériences sur les *affinités capillaires* appliquées aux effets des terres arables sur des principes immédiats d'engrais apportent un nouvel élément à la question. Cet élément est surtout

---

(1) Rapport sur le bouillon de la Compagnie hollandaise, Note 3; sur le cuivre contenu dans le froment.

(2) Reproduit dans le *Compte rendu des séances de la Société d'Agriculture*, années 1846 et 1847.

bien important dans les questions qui s'élèvent relativement à l'irrigation des terrains par des eaux chargées de matières organiques, enfin au drainage; car évidemment des faits manquent encore pour tirer toutes les conséquences que peut avoir le drainage opéré en un terrain quelconque. Je ne doute pas qu'en dirigeant des recherches conformément aux idées que je viens d'émettre, on n'arrive à d'utiles résultats en cherchant ce que le drainage peut avoir d'utile ou de fâcheux en enlevant des matières solubles. On voit déjà évidemment qu'il mettrait obstacle à l'inconvénient qui pourrait résulter de l'accumulation de sels solubles quelconques dans un sol donné. Mais n'existe-t-il pas des cas où il serait nuisible en enlevant des matières utiles à la végétation?

» Je terminerai ces réflexions en résumant d'après l'ordre chronologique les résultats auxquels l'expérience m'a conduit sur le rôle des matières minérales dans l'économie organique.

» Les propriétés physiques par lesquelles les tissus organiques, et particulièrement les tissus des animaux, accomplissent les fonctions indispensables à la vie, dépendent, selon moi, de l'eau unie à ces tissus. Mais je ne me suis pas préoccupé de la nature de la force à laquelle cette union peut être attribuée.

» J'ai démontré l'extrême différence de la dessiccation dans le vide des matières organiques d'avec la dessiccation opérée par la chaleur. Si je n'ai pas prononcé le mot *isomérisme* ou un *mot analogue*, j'ai parfaitement montré le fait sur l'albumine fraîche et l'albumine cuite séchée dans le vide, et ensuite sur le tendon séché dans le vide et sur le tendon soumis à l'action de l'eau bouillante.

» C'est là où j'ai établi pour la première fois la *théorie* de la coction et où j'ai montré comment on peut concevoir que des animaux inférieurs peuvent être séchés sans perdre la vie (1).

» J'ai montré l'influence exercée par les bases alcalines mises en contact avec beaucoup de principes immédiats organiques : l'acide gallique, l'acide pyrogallique, l'hématine, le principe colorant du sang, etc., etc. J'ai insisté sur la liaison de cette influence des alcalis avec l'absorption de l'oxygène par les matières organiques dans l'acte de la respiration (2).

» Dans mes *Considérations générales sur l'analyse organique* (1824), j'ai indiqué l'action du chlorure de sodium sur les liquides animaux.

---

(1) Mémoire lu à l'Académie des Sciences le 9 de juillet 1821.

(2) Mémoire lu à l'Académie des Sciences le 23 d'août 1824.

» En 1832 je montrai l'influence exercée par le chlorure de sodium sur la cuisson des légumes (1) et sur celle de la viande (2) : l'eau de Seine, renfermant $\frac{1}{125}$ de chlorure de sodium, enlève moins de matières que l'eau distillée; elle leur donne plus de tendreté, plus d'odeur et plus de saveur; elle est préférable à l'eau distillée pour la cuisson de la viande de bœuf, mais elle ne lui donne pas de tendrete comme elle le fait aux légumes.

» L'eau saturée de sulfate de chaux est excessivement mauvaise pour la cuisson.

» Mes recherches sur la nature du suint de mouton, commencées en 1827, ont appris que l'animal excrète par la peau un nombre considérable de composés différents à base de potasse, tels que le chlorure de potassium, le sulfate de potasse, le sous-carbonate de potasse, le silicate de potasse, l'élaïérate, le stéarérate de potasse, avec du phosphate de chaux, du phosphate ammoniaco-magnésien, etc., etc. J'insistai sur ce fait, mais je ne conclus pas à l'exclusion, dans le suint, de tout composé à base de soude, à l'exemple de M. Maumené. C'est un fait reconnu, je crois, aujourd'hui, que la potasse obtenue industriellement par ce chimiste renferme quelques centièmes de soude. Cependant, sachant la différence existant entre un produit industriel et un produit de laboratoire de recherche, je ne considère pas la présence de la soude dans la potasse de M. Maumené comme tranchant la question, parce que cette soude peut y avoir été portée par quelque cause accidentelle. Pour moi, la question est ce qu'elle était il y a vingt ans.

» Il faut ajouter que plusieurs composés sulfurés sont expulsés par la peau en même temps que les sels de potasse, et parmi eux il en est qui sont unis à ce même alcali.

» Certes, le nombre des composés à base de potasse expulsés du mouton par la peau est un phénomène remarquable, car évidemment on ne peut se refuser à admettre l'expulsion de composés à base de soude par la voie urinaire, après les recherches de M. Barral.

» La présence simultanée du potassium et du sodium dans un même animal, et réparti comme je viens de le dire, a acquis encore un grand intérêt depuis les expériences faites en 1847 par MM. Bouchardat et Stuart Cooper, qui ont constaté que $0^{gr},85$ de chlorure de potassium introduits dans la veine d'un chien l'ont fait mourir en moins d'une minute, résultat qui a été confirmé par M. Grandeau en 1863; 1 gramme de chlorure de

---

(1) Mémoire sur le bouillon de la Compagnie hollandaise (Note 5).

(2) *Ibid.* (Note 6).

sodium dissous dans 15 centigrammes d'eau injecté dans la veine jugulaire d'un chien ne produit aucun effet, tandis que 1 gramme de chlorure de potassium injecté dans les mêmes circonstances foudroie un chien de force égale au premier;

» Résultats d'un grand intérêt quand on prend en considération les analogies de propriétés chimiques des composés de sodium et de potassium, la présence simultanée de ces composés dans le même animal, et la manière dont les composés à base de potassium sont expulsés chez le mouton par la peau et les composés à base de sodium par les urines.

» En distinguant les principes constituant les êtres vivants en trois catégories, j'ai placé dans la seconde des *principes essentiels* qui peuvent être remplacés par d'autres, et j'ai ajouté, comme exemple, que la *soude* me paraissait susceptible d'être remplacée par la *potasse* dans le *Salsola Tragus*, croissant dans des terrains non salés, fondant mon opinion sur les expériences de Vauquelin précitées. Il serait intéressant de cultiver comparativement le *Salsola Tragus* dans un terrain additionné de composés à base de soude et dans un autre additionné de composés à base de potasse, puis de comparer les récoltes.

» Des expériences ont été communiquées à l'Académie le 17 de septembre 1860 par M. Georges Ville, d'après lesquelles, si le blé végète dans une terre des Landes de Gascogne additionnée de phosphate de chaux et d'*azotate de soude*, il produit une récolte qui n'est guère que la moitié en poids du blé cultivé comparativement dans la même terre additionnée de phosphate de chaux et d'*azotate de potasse*. Voici les résultats, 20 grains de blé ayant été semés :

	Phosphate de chaux et azotate de soude.		Phosphate de chaux et azotate de potasse.
	gr		gr
Pailles et racines	7,085	Pailles et racines	12,14
20 grains	0,325	140 grains	2,78

» Ces récoltes ont été pesées après avoir été séchées à 100 degrés. »

OBSERVATOIRE IMPÉRIAL. — *Précis historique des travaux scientifiques accomplis par* Léon Foucault *dans ses relations avec l'Observatoire impérial de Paris; par* **M. Le Verrier** (1).

« Le jour même où la mort nous a enlevé M. L. Foucault, nous avons annoncé notre intention de publier dans nos *Annales* l'histoire des travaux

---

(1) L'Académie a décidé que cette communication, bien que dépassant les limites réglementaires, serait reproduite en entier au *Compte rendu*.

accomplis par notre illustre et regretté collaborateur pendant son séjour parmi nous, et qui, *tous*, ont un rapport avec l'Astronomie. En même temps nous faisions connaître à l'un de nos Astronomes que nous lui confierions la mission de recueillir, mettre en ordre et installer, de manière à les conserver dans un état irréprochable, ceux des appareils que M. Foucault a laissés, et qui appartiennent à l'Observatoire impérial.

» L'histoire que nous nous proposons de faire n'a pu encore être entreprise. Eussions-nous voulu la confier à quelqu'un de nos collaborateurs, et ne pas nous la réserver, qu'il y aurait eu impossibilité pour toute personne de nous remplacer dans cette œuvre. Nos relations avec M. Foucault datent du commencement de ses travaux. Il nous a laissé un certain nombre de pièces de sa main, signées de lui, que je connais seul, et qu'il me faut rassembler. En outre, j'ai eu avec lui de longues et fréquentes conversations, dans lesquelles il me laissait entrevoir l'état de ses recherches, parce qu'il savait que je gardais à cet égard le silence le plus absolu. Ces écrits et ces entretiens, intervenus au moment où notre confrère avait la plénitude de son intelligence, me permettent de porter un témoignage sur la marche de ses recherches, d'indiquer l'origine de ses idées et d'en donner, sur certaines parties, un enchaînement propre à faire le plus grand honneur à sa mémoire, à fixer et à faire remonter plus haut qu'on ne pense la date de ses titres scientifiques.

» J'ignore entièrement si notre confrère a laissé des pièces écrites sur les matières que je traiterai : s'il s'en trouve, elles seront certainement en accord avec ce que je dirai, à moins que je n'aie rendu à M. Foucault plus de justice qu'il ne s'en sera fait lui-même.

» Je me réserve, d'ailleurs, d'ajouter de nouveaux faits, lorsqu'il m'aura été possible de recueillir tous mes souvenirs.

» L'Académie aperçoit sans doute que je regrette d'être obligé de parler dès aujourd'hui. Chacun de nous sait quelle était en tout la réserve de M. Foucault, comment il n'attachait de prix qu'aux choses finies, et j'aurais voulu que son éloge revêtît ce double caractère. Il n'a pas dépendu de moi qu'il en fût ainsi. Cette œuvre doit être différée ; je me borne à présenter en ce moment un historique incontestable, basé sur des pièces authentiques. Ce premier aperçu suffira toutefois :

» 1° Pour montrer que les travaux de L. Foucault sont plus grands, s'enchaînent mieux et remontent plus haut qu'on ne le croirait en lisant une pièce insérée au *Compte rendu* de la dernière séance : en sorte que cette pièce, qui n'apprend rien, était inutile;

» 2° Pour prouver que, si les reproches adressés à M. Le Verrier lui ont été particulièrement douloureux, aucun d'eux n'est fondé en quoi que ce soit : en sorte que la même pièce est absolument injuste.

» Était-il raisonnable, était-il conforme aux convenances les plus simples, sans m'en avoir averti, en mon absence, d'aller chercher une discussion de titres scientifiques dans huit pages, déjà oubliées, d'une polémique de circonstance, répondant uniquement à des préoccupations administratives, comme on le voit par le titre et par la conclusion, et dans lesquelles le nom de personne, sans excepter le nôtre, n'est cité à l'occasion des travaux? Je me trompe : il y a une exception, et c'est pour M. Foucault.

» Je n'insisterai pas davantage sur ce pénible incident, dont l'éloge de M. Foucault n'est que le prétexte, et je ne m'occuperai plus que de l'historique que je veux tracer.

» Nos relations avec M. Foucault datent, avons-nous dit, de l'origine de ses travaux. Il occupait alors, chaque lundi, un siége réservé spécialement au rédacteur scientifique du *Journal des Débats*, à la droite du bureau.

» En 1850, M. Foucault présentait à l'Académie, dans la séance du lundi 6 mai, son Mémoire intitulé : *Méthode générale pour mesurer la vitesse de la lumière dans l'air et les milieux transparents. Vitesses relatives de la lumière dans l'air et dans l'eau. Projet d'expériences sur la vitesse de propagation du calorique rayonnant.* Nous le verrons bientôt revenir sur les projets que lui avait dès lors inspirés ce travail.

» Nommé chevalier de la Légion d'honneur par décret du 11 décembre 1850, ainsi que nous le trouvons sur une Note de ses titres écrits de sa main, il voulait bien rappeler lui-même la part que nous avions été heureux de prendre à cette nomination.

» En 1851, d'après la même Note, notre confrère présente à l'Académie, dans la séance du 3 février, son Mémoire sur la *Démonstration physique du mouvement de rotation de la Terre au moyen du pendule*. Il veut bien m'exposer en particulier ses idées sur cette question si pleine d'intérêt, et, le vendredi de la même semaine, j'ai la satisfaction de faire à la Sorbonne, en présence d'un nombreux auditoire et de M. Foucault lui-même, un exposé complet que j'ai conservé.

» A peine étais-je nommé à l'Observatoire, à la fin de janvier 1854, nomination à laquelle nous avions d'abord opposé un refus, que nous nous préoccupâmes d'attacher M. Foucault à l'Établissement. Nous eûmes de longs entretiens sur ce sujet, et le 19 août de la même année, M. Foucault

m'adressait de Dieppe la Lettre suivante, où il définit les services qu'il croyait pouvoir rendre à l'Observatoire. On la lira avec intérêt :

Je vais essayer, suivant votre conseil, de définir en quelques mots les services que pourrait rendre à la science un physicien attaché à l'Observatoire de Paris.

A mon avis, ces services pourraient se rapporter à deux catégories distinctes.

En entrant à l'Observatoire, un physicien serait naturellement appelé à mettre toutes les ressources de la physique moderne au service de l'observation astronomique; mais, tout en remplissant cette importante mission, il trouverait encore dans le matériel d'un observatoire de précieuses ressources pour aborder l'étude de tout un genre de questions qui se tiennent sur la limite des deux sciences.

Il y aurait donc pour ce physicien :

1° Obligation de faire concourir les ressources de la physique expérimentale aux progrès de l'observation astronomique;

Et 2° Facilité d'attaquer certaines questions de physique dont l'étude exige l'emploi des instruments astronomiques.

A la première catégorie se rattachent : les applications de la télégraphie électrique; le perfectionnement des instruments d'optique; l'établissement et la mise en train des appareils nouveaux; l'emploi de la photographie pour la production des images du Soleil et de la Lune; les opérations relatives à la détermination exacte de la verticale et des variations qu'elle doit subir dans sa direction sous l'influence des attractions combinées du Soleil et de la Lune, etc. Je crois notamment qu'il serait digne de l'Observatoire de Paris d'établir un appareil susceptible de déceler pour la première fois ce genre d'influence et de donner, dans l'hypothèse d'un succès complet, une nouvelle détermination de la masse des deux corps troublants.

Les travaux compris dans la seconde catégorie intéresseraient plus directement la physique proprement dite, et se rapprocheraient du genre de ceux auxquels je me suis livré jusqu'à présent. Je serais pour mon compte très-heureux de pouvoir mettre la dernière main à mes recherches sur la vitesse de la lumière et sur le mouvement de la Terre. Jusqu'à présent ces recherches n'ont été qu'ébauchées, et ce n'est que dans un observatoire qu'on peut espérer de les porter au plus haut degré de précision qu'elles comportent.

On considère comme démontré que le mouvement de translation de la Terre est sans influence sur la réfraction de la lumière des étoiles. J'ai de bonnes raisons de douter qu'il en soit ainsi, et j'estime qu'il y aurait un beau travail à faire en remettant la question à l'étude.

» Un Décret impérial du 20 février 1855, rendu sur la proposition du Ministre de l'Instruction publique, et conformément à un Rapport de nous, créa effectivement une place de physicien près de l'Observatoire impérial, et appela M. Foucault à la remplir.

» M. Foucault venait donc d'entrer à l'Observatoire, lorsque la maison Chance, de Birmingham, représentée par M. Bontemps, nous fit offre de deux disques de flint et de crown de 29 pouces anglais ($0^{m},75$), qui avaient été présentés à l'Exposition universelle de cette année. Ces offres furent agréées, mais sous la condition très-expresse, et nécessitée par le prix élevé

qu'on demandait, que le marché ne serait tenu pour définitif qu'après une étude complète des verres et la certitude qu'ils pourraient être employés à la construction d'une bonne lunette.

» Ces conditions et les clauses du marché à intervenir sont contenues dans une Lettre de MM. Chance, datée de Birmingham le 10 janvier 1856.

» M. Foucault fut chargé de cette étude, dont les conclusions sont comprises dans un Rapport écrit en entier de sa main, sous la date du 21 novembre 1856.

Je vous fais remettre, dit M. Foucault dans sa Lettre d'envoi, les pièces demandées, plus la partie du Rapport qui est déjà transcrite, et puis je continue sur le même ton.

» Voici ce Rapport, qu'il est nécessaire de reproduire; il est destiné à un envoi à faire par le Directeur au Ministre, ce qui en fera comprendre la forme :

Le Décret relatif à la réorganisation de l'Observatoire impérial de Paris autorise le Directeur à prendre toutes les mesures nécessaires pour élever et pour maintenir cet Établissement au rang qu'occupe la France elle-même parmi les autres puissances. Dans ces derniers temps, les observatoires étrangers ont fait de grands sacrifices pour perfectionner les instruments de mesure ou pour accroître leur portée comme instruments d'optique. En dehors des instruments méridiens proprement dits, l'Observatoire de Paris ne possède comme pièce remarquable qu'une excellente lunette de 9 pouces, livrée depuis une année par M. Secretan, et un objectif de 14 pouces, qui date d'une époque plus ancienne, qui a coûté 24 000 francs, qui n'est pas encore monté, mais qui, selon toute apparence, ne possède pas une puissance en rapport avec ses dimensions ni son prix (1).

Quel que puisse être le zèle de nos Astronomes, l'infériorité relative de leurs moyens d'action ne leur permet pas de lutter avantageusement avec les savants étrangers, qui, sous un ciel plus pur et munis d'instruments meilleurs, travaillent sans relâche à rechercher dans les espaces célestes les objets et les phénomènes qui se sont dérobés jusqu'ici aux regards des hommes. L'influence supérieure qu'exerce sur les progrès de l'Astronomie la puissance des instruments ne saurait être mise en doute; elle n'a pas échappé à l'Empereur, et Sa Majesté en a si bien compris l'importance, qu'Elle a donné ordre de ne laisser échapper aucune occasion de se procurer directement ou indirectement une lunette du plus fort calibre.

Entrant dans les vues de l'Empereur, j'ai pensé que l'occasion serait fournie par l'Exposition universelle de 1855. Effectivement, à cette époque, la maison Chance, de Birmingham, a soumis aux regards du public deux disques de 74 centimètres de diamètre, l'un en crown-glass et l'autre en flint-glass, que l'on présentait comme étant assez purs pour devenir par le travail de la taille l'objectif d'un réfracteur colossal.

Déjà le disque de flint avait paru quatre ans auparavant à l'Exposition de Londres et y

---

(1) Les matières entre autres vont en s'altérant. L. V.

avait obtenu la médaille du Conseil (*Council medal*). Le crown se montrait pour la première fois et même il apparaissait presque à l'état brut, tellement qu'il ne semblait guère possible d'exprimer sur son compte une opinion motivée.

En Angleterre, les Membres du Jury, avant de porter un jugement, avaient exigé que le flint eût ses deux faces polies, et après qu'un examen attentif eut ainsi été rendu possible, le rapporteur, M. Glaisher, a déclaré que, malgré la présence de quelques stries au sein de la matière, le disque était d'une grande beauté et qu'il méritait la première récompense.

En France, le Jury en a agi différemment, il a traité de même sorte l'un et l'autre disque, celui qui était poli et celui qui ne l'était pas, et tous deux furent passés sous silence. Sans doute la Commission s'est exagéré l'importance des fils qui avaient été signalés dans le flint, et elle a cru en voir autant dans le crown, dont la surface avait été grossièrement usée et striée dans toute son étendue.

Au moment de retirer ses verres, la maison Chance a eu la pensée d'en appeler auprès du Directeur de l'Observatoire, et, sans se décourager de l'échec qu'elle venait de subir, elle a provoqué un nouvel examen en même temps qu'elle proposait à l'Observatoire d'acquérir pour son usage les disques qu'elle persistait à considérer comme doués d'une qualité supérieure.

Je suis donc entré en pourparler avec la maison Chance, et après avoir échangé plusieurs lettres avec elle, j'ai arrêté comme il suit les conditions sous lesquelles l'Observatoire, autorisé par le Gouvernement, pourrait faire l'acquisition des disques (1) :

Les grands disques, crown et flint, seront soumis à un examen préalable, et ils resteront à la disposition de l'Observatoire aussi longtemps que durera cet examen.

Cet examen préalable constituera, en faveur de l'Observatoire, un privilége d'acquisition dont les conditions seront ainsi réglées : le prix des deux disques est de 50 000 francs, mais 25 000 francs seulement seront payés avant de commencer la taille et au moment où le Gouvernement aura résolu l'achat des verres; l'autre moitié de 25 000 francs ne sera payable que lorsque l'objectif aura été terminé et reconnu par l'acquéreur comme remplissant les conditions requises.

Aucune limite de temps n'est fixée pour l'examen des verres ni pour la durée de la taille. Le Directeur reste libre de choisir l'artiste auquel sera confié ce travail de la taille.

Dans le cas où l'examen des verres conduirait à des conclusions favorables, la vente du disque reste subordonnée à la ratification du Gouvernement français. Si la vente n'a pas lieu, l'Observatoire renverra immédiatement les disques sans réclamer aucun frais d'examen et en donnant à la maison Chance la faculté d'user des procès-verbaux et résultats des diverses expériences auxquelles auront été soumis les deux verres.

Dans le cas où l'examen préalalable donnerait des résultats insuffisants, la maison Chance espère qu'on éviterait de leur donner une publicité qui leur porterait préjudice.

Il est entendu que dans le cas où le travail des verres ne produirait pas un bon objectif, ces verres néanmoins resteraient la propriété de l'Observatoire moyennant la somme de 25 000 francs payée avant l'expiration de la taille.

---

(1) Nous devons rapporter ces conditions, afin qu'on comprenne les difficultés qu'a dû susciter à l'administration de l'Observatoire la suspension de la taille des verres, amenée par la découverte du télescope à miroir de verre argenté. L. V.

Si pendant la durée du travail des verres il est établi que de tels disques se déprécient, par suite de perfectionnements dans la fabrication, la maison Chance consent à subir, sur les 25 000 francs payables en cas de réussite, une réduction équivalente.

Ces conventions étant agréées de part et d'autre, les verres ont été renvoyés au physicien de l'Observatoire, M. Léon Foucault, pour être étudiés au point de vue de l'emploi qu'on voulait en faire. Les diverses épreuves auxquelles on les a soumis à partir de ce moment n'ont été mises en exécution qu'après avoir été discutées avec le Directeur et reconnues nécessaires.

Les grandes dimensions des verres ont rendu les opérations très-longues et très-laborieuses. Ces opérations ont eu principalement pour objet d'apprécier le degré d'homogénéité de la substance des verres, de mesurer leurs indices de réfraction pour les divers rayons simples, et d'en tirer une comparaison des pouvoirs dispersifs du crown et du flint.

Pour reconnaître à quel point la substance de ces verres possède le degré d'homogénéité nécessaire au succès de l'entreprise, l'épreuve qui nous a paru la plus simple et la plus expéditive a consisté à placer normalement chacun de ces disques dans un faisceau divergent de lumière solaire émané d'un foyer très-petit. Après avoir traversé la matière du verre, ce faisceau de lumière était reçu sur un écran de papier blanc, où, en vertu des lois de la réfraction et de la diffraction, il devait accuser la présence des changements brusques ou gradués de la densité des verres et qui sont généralement désignés sous les noms de *fils secs* ou de *fils gras*.

Les fils secs apparaissent sur l'écran comme tout obstacle à la propagation de la lumière, c'est-à-dire sous forme d'ombres bordées des franges de diffraction; les fils gras infléchissent les rayons lumineux, les concentrent en certains lieux de l'espace, et produisent çà et là sur le papier des inégalités d'intensité lumineuse. Entre ces deux extrêmes tous les intermédiaires peuvent apparaître, et donnent par un coup d'œil d'ensemble une idée générale de la distribution des intensités et de la constitution de la masse vitreuse. Mais pour que l'épreuve soit concluante, il est nécessaire que les deux faces du verre aient été convenablement dressées et polies.

Le disque de flint, qui avait déjà été examiné à Londres, nous est arrivé tout poli sur ses deux faces. L'image projetée sur l'écran a aussitôt révélé l'existence de la région défectueuse signalée dans le Rapport de M. Glaisher. Cette région traversée d'un certain nombre de fils est placée environ à la moyenne distance du centre et du bord voisin. Une observation attentive montre que ces fils ont des prolongements, des ramifications vagues, qui, en s'effaçant graduellement, s'étendent assez loin pour affecter d'une manière sensible environ la moitié de l'étendue du verre. Au centre se trouve un fil sec recourbé, très-apparent, signalé également dans le Rapport anglais, mais qui ne doit présenter aucune espèce d'inconvénient.

En résumé, à la suite de cette première épreuve le flint a paru irréprochable dans une moitié de son étendue; l'autre moitié renferme une plage défectueuse dont la constitution s'irradie de manière à inspirer quelques craintes. En conséquence, il devenait nécessaire de recourir à des épreuves spéciales pour apprécier l'influence qui pourrait en résulter.

Le grand disque de crown est arrivé à l'Observatoire dans l'état où il a été exposé, c'est-à-dire que les surfaces étaient tellement défectueuses, qu'il y avait impossibilité à porter aucun jugement sur les qualités optiques de sa nature. On a donc fait dresser et polir les deux surfaces, et par l'aspect de l'image projetée sur l'écran suivant la méthode déjà décrite on a

pu juger de la limpidité et de l'homogénéité que présente la pièce dans toute son étendue. Il ne règne au milieu qu'une vague apparence de fil gras de deux ou trois centimètres, et dont la présence est tout à fait négligeable. De tous les verres grands et petits que nous avons examinés, ce crown est le plus beau qui ait passé sous nos yeux.

Restait donc à étudier les indices de réfraction. Pour cela, on a fait pratiquer sur le contour de chacun des disques trois facettes dressées et polies à peu près équidistantes; il en est résulté pour l'un et pour l'autre trois directions suivant lesquelles on a pu étudier, au moyen de deux théodolites, la direction à travers une épaisseur de 60 centimètres de verre. Dans ces conditions, le flint a donné lieu à une absorption considérable portant sur les rayons violets, ce qui n'a pas permis d'observer le spectre solaire au delà de l'indigo. L'image du spectre ne s'est pas produite avec la même netteté dans les trois directions, tant à cause des parties défectueuses déjà signalées dans le flint que par suite de l'imperfection des faces. On a choisi la meilleure direction pour prendre les indices de réfraction correspondants aux six rayons simples désignés dans la science par les lettres B, C, D, E, F, G. La même opération a été faite sur le crown, en sorte que finalement on a obtenu deux tableaux d'indices de réfraction relatifs aux substances proposées, qui, comparés l'un à l'autre, ont montré que les deux substances entrant dans la composition d'un même objectif sont susceptibles de réaliser l'achromatisme d'une manière satisfaisante (1).

On en était donc arrivé à reconnaître que les deux verres possèdent des pouvoirs réfringents et dispersifs convenables; que le crown, par sa pureté et son homogénéité, constitue une pièce hors ligne, et que le flint, également très-beau dans certaines parties, est entaché dans d'autres par la présence de fils dont l'influence pouvait encore inspirer des craintes sur l'uniformité de densité de la masse. Il a donc été résolu qu'on tenterait une dernière épreuve pour comparer, au moyen des interférences, les densités de deux échantillons prélevés sur deux points opposés du disque de flint. Heureusement ce disque comportait, entre deux de ses diamètres, une différence de près de 1 centimètre qui a permis de faire l'emprunt de deux échantillons sans restreindre aucunement les dimensions du futur objectif. Les deux échantillons taillés, rapprochés et insérés dans un même bloc de verre ordinaire, ont été travaillés en même temps et ramenés exactement à une même étendue en longueur; puis, en les soumettant à l'épreuve délicate de la comparaison interférencielle, on s'est assuré qu'il n'existait entre l'un et l'autre aucune différence appréciable. Dès lors il ne restait plus aucune objection, et il m'a semblé, Monsieur le Ministre, que le moment était venu de se préoccuper des moyens à employer pour procéder à la taille des disques de la maison Chance.

Votre Excellence trouvera ces moyens exposés avec les détails suffisants dans les pièces 2 (2) et 3 (3), et dans la Lettre ci-jointe; elle pourra, en connaissance de cause, m'autoriser à préparer, sur les bases que j'ai l'honneur de lui soumettre, les traités à intervenir avec les maisons Chance et Secretan, traités qui seront ensuite soumis à son approbation.

---

(1) Le travail relatif à la détermination des indices de verres est resté entre les mains de M. Foucault. L'Observatoire a le plus grand intérêt à ce que ce travail lui soit remis. L. V.

(2) Traité avec la maison Chance.

(3) Traité avec la maison Secretan.

» On voit, d'après ce Rapport :

» Que le crown est une pièce magnifique et irréprochable.

» Le flint a des fils malgré lesquels la Commission de Londres considère ce disque comme étant d'une grande beauté, et lui adresse sa première récompense. M. Foucault craint que la Commission de l'Exposition de 1855 ne se soit exagéré l'importance de ces fils. Toutefois, il étudie le verre d'abord au travers de son épaisseur, ensuite sur des rayons lumineux traversant une grande partie de la largeur en entrant par une facette et sortant par une autre. Enfin, dans les parties les plus éloignées, il enlève deux petites lames, et par un procédé emprunté à la théorie des interférences, il reconnaît qu'il n'y a entre ces parties aucune différence de densité.

» Qui ne comprend déjà que ces pièces d'optique si importantes ne pourront être traitées sans une grande réserve, et s'il arrive que notre confrère examine avec nous l'opportunité de les détruire en partie, de les altérer, il ne nous sera pas possible de nous résigner à un sacrifice qui n'a d'ailleurs pas été sérieusement proposé. Mais n'anticipons pas, chaque chose viendra à sa place, nette et précise.

» Disons seulement que cette règle que nous nous sommes imposée de ne vouloir traiter d'aucune affaire importante, sinon par écrit, est aujourd'hui bien justifiée. Elle nous permettra, grâce aux pièces de toute nature qu'elle a mises dans nos mains, de répondre aux attaques quelles qu'elles soient, lorsqu'on voudra bien les spécifier. Et ce n'est pas seulement au Directeur que cette situation profitera; elle servira aussi à bien caractériser les titres de nos collaborateurs, et aujourd'hui même elle sauvegardera ceux de M. Léon Foucault, titres qui, pour être présentés autrement qu'on ne l'a fait, ne seront pas diminués, mais bien considérablement augmentés.

» J'ai voulu, disais-je au Ministre en lui adressant le Rapport qui précède, m'assurer qu'il nous serait possible de faire travailler les verres en France (préoccupation qui était celle de mon collaborateur et la mienne, et qu'on trouvera empreinte partout dans cet exposé). J'ai donc l'honneur de proposer à Votre Excellence de m'autoriser à traiter simultanément :

» 1° Avec la maison Chance, de Birmingham, aux conditions souscrites par elle dans la pièce n° 2 ci-jointe et analysée dans le Rapport;

» 2° Avec la maison Secretan, sous les conditions souscrites par elle dans la pièce n° 3.

» La ratification du Ministre ne se fit pas attendre. Le traité d'achat fut immédiatement signé et exécuté. Quant au traité avec la maison Secretan,

il fut approuvé en principe. Il fallait, avant de passer à l'exécution, se préoccuper de quelques points essentiels.

» M. Foucault était déterminé à ce qu'on construisît la lunette, et il s'occupa immédiatement des moyens de vérification en raison de la nécessité que nous en avions reconnue, lorsque antérieurement nous avions eu à essayer l'objectif de 9 pouces de Secretan.

» Bientôt, en 1857, MM. Bontemps et Chance s'inquiètent de savoir si la taille des verres s'effectue. Ce n'est pas douteux, disent-ils, et ils pensent que je ne refuserai pas « de leur faire connaître, au moins officieusement, » où en est le travail auquel ont dû déjà être soumis les verres. »

» Mais dans l'intervalle, M. Foucault avait été entraîné sur cette route où il découvrit le télescope à miroir de verre argenté. Ses idées s'éloignèrent rapidement de l'entreprise de la construction de la grande lunette. Et comme je le montrerai, il en arriva à penser qu'il fallait renoncer définitivement à la taille des verres, et s'en tenir à la construction de grands télescopes.

» Puis un jour ses idées se modifièrent, et il nous ramena aux lunettes. C'est la date de ce retour qu'il nous faudra rechercher avec le plus grand soin, car c'est celle de sa conception de la taille des verres, de l'étude de chacune des quatre surfaces isolément et de leur perfectionnement par la méthode des retouches locales. J'ai quelques données précises à ce sujet, et l'on verra aussi combien je me suis occupé d'aider M. Léon Foucault dans cette nouvelle voie, malgré les embarras que ces changements ont causés, on le comprend, au point de vue de l'Administration.

» Nous demandons à l'Académie la permission de ne point entreprendre aujourd'hui cette partie de notre Exposé. Elle réclamera beaucoup d'attention, et nous n'avons pas eu le temps nous-même, pour aujourd'hui, d'y donner toute celle qu'elle mérite. »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Le sidérostat de* M. L. Foucault; *par* **M. H. Sainte-Claire Deville.**

« M. Bertrand a dit de M. Léon Foucault, dans un beau langage dicté par la plus pure amitié : « Le succès, loin de l'inviter au repos, excitait » Foucault au progrès. » Il travaillait donc beaucoup; mais, s'il travaillait, il écrivait peu. De plus, il restreignait dans un très-petit cercle d'amis ses communications ou plutôt ses confidences scientifiques. Il ne paraîtra donc pas étonnant qu'il y ait lieu de fixer dès à présent la trace lumineuse de ce

grand esprit qui s'est peu répandu. Cette trace s'effacerait aisément devant l'indifférence habituelle pour les choses qui viennent de passer.

» M. Foucault, on le sait, a fait construire par M. Duboscq et a décrit dans nos *Comptes rendus*, en 1863, un nouvel héliostat susceptible de comporter de grandes dimensions. Ce qu'on ne sait pas, c'est qu'il avait, en améliorant encore les conditions de stabilité de cet instrument, appliqué son idée à la construction d'un appareil astronomique, le *sidérostat*. Je vais le décrire sommairement, pour conserver à M. Foucault la propriété de son œuvre et de ses principales applications. J'ai eu recours à mes souvenirs, aux souvenirs de quelques amis de M. Foucault, et enfin au magnifique modèle en bois construit aux frais de notre confrère et conservé par M. Eichens, l'habile et consciencieux artiste qui lui a prêté dans bien des circonstances un si précieux concours.

» La disposition habituelle des instruments astronomiques, lunettes ou télescopes, ne permet pas d'y adapter aisément les appareils nécessaires à l'étude des propriétés de la lumière des astres (photométrie, photographie, polarisation, spectroscopie). De plus, l'instabilité des équatoriaux devient très-grande lorsqu'on y adapte des appareils souvent lourds et excentriques qui détruisent l'équilibre.

» Le sidérostat a pour but d'éviter ces inconvénients et de permettre à l'astronome d'observer la lumière des astres exactement comme le physicien étudie la lumière du Soleil dans la chambre obscure, en employant à ces recherches les instruments qui se trouvent dans les cabinets de physique et sans avoir à en changer ni la forme ni la disposition.

» Le sidérostat se compose essentiellement : 1° d'un miroir plan argenté, mû par une horloge de manière à renvoyer dans une direction horizontale constante les rayons de l'astre que l'on veut observer; 2° d'un appareil objectif fixe, réflecteur ou réfracteur, qui concentre ces rayons en son foyer (1). Ce foyer se retrouve à l'orifice d'une chambre obscure qui peut être chauffée au besoin, et dans laquelle l'astronome se livre à son aise (2),

---

(1) La fixité de l'appareil objectif présente cet avantage considérable d'éliminer toute influence des flexions du miroir ou des lentilles, flexions impossibles à éviter complétement lorsque ces verres ont à prendre diverses positions dans l'espace. Il est vrai qu'il reste la flexion du miroir plan; mais rien ne limite l'épaisseur du miroir, puisqu'il est porté par des axes extrêmement courts.

(2) Quelles jouissances scientifiques M. Foucault se promettait ainsi, et dans quel langage original, inspiré, mais toujours mesuré, il exprimait à ses amis ses espérances, hélas! si vite déçues.

sans fatigue et sans souffrance, à toutes les expériences et à toutes les mesures qu'il désire exécuter. Des manettes lui donnent le moyen d'agir sur le miroir et d'en changer à volonté la direction.

» Si le miroir plan reste immobile, cet appareil peut être employé comme un équatorial aux mesures des positions relatives des astres. C'est aussi le véritable instrument pour la construction des cartes célestes, et M. Wolf s'est mis en mesure d'y adapter un appareil au moyen duquel l'astronome obtiendrait immédiatement la reproduction des constellations célestes.

» M. Foucault avait associé M. Wolf à la conception d'un projet de sidérostat à construire à l'Observatoire. Il s'était réservé le miroir et son mouvement; M. Wolf avait fait le projet du télescope horizontal et de la chambre noire. Le traité à passer avec le constructeur, M. Eichens, fut écrit, un petit modèle du miroir avait été fait, lorsque tout fut brusquement arrêté à l'Observatoire, sans que M. Foucault en ait su ou m'en ait dit la raison.

» Si j'ai bonne mémoire, pendant plus de deux années le collaborateur de M. Foucault n'a cessé de réclamer, mais en vain, la construction du sidérostat (1). M. Foucault ne pouvait attendre plus longtemps. C'est pourquoi il prit le parti de construire chez lui le premier sidérostat. Il disposa pour le recevoir le second étage de sa maison de la rue d'Assas (appartenant à sa mère), converti en chambre obscure avec ses dépendances. Un second modèle de miroir fut exécuté pour lui par M. Eichens, avec l'ensemble des dispositions nécessaires pour modifier l'angle horaire et la déclinaison. Notre malheureux confrère a été frappé le jour même où se terminaient ces préparatifs.

» L'Astronomie physique, en France, ne peut disposer d'appareils aussi parfaits que ceux qui sont possédés par les étrangers. Avec le sidérostat, notre pays prenait immédiatement l'avance : telle était l'opinion de M. Foucault; elle détermina la résolution qu'il ne put accomplir.

» En Allemagne, M. Steinheil a déjà commencé à construire des sidérostats; mais l'utilité de ces appareils est bornée par l'impossibilité où il se trouve de faire un miroir plan de grandes dimensions. A cause de retards prolongés, qui n'ont pas dépendu de M. Foucault, et par l'effet de sa mort prématurée, nous pouvons un jour ou l'autre être frustrés de la gloire de

(1) Le sidérostat devait permettre d'entreprendre des études du plus haut intérêt (tout particulièrement l'étude du déplacement des raies par suite du mouvement propre des étoiles) impossibles avec les appareils ordinaires, incommodes et trop peu stables.

réaliser une des idées les plus fécondes qui aient été émises pour l'étude physique des astres.

» Aujourd'hui, la nécessité du sidérostat est plus urgente encore. On parle d'envoyer une expédition astronomique observer la prochaine éclipse de Soleil à Bornéo. Le sidérostat trouverait là, pour la photographie et l'analyse spectrale, une application indispensable, et sans lui nous ne pouvons avoir la prétention de faire mieux que les Anglais.

» Une des applications les plus intéressantes du sidérostat était celle qu'en voulait faire M. Foucault à l'étude permanente du Soleil. Dans une des salles les plus fréquentées d'un observatoire, il voulait disposer un appareil donnant sur un écran quadrillé une image fixe et amplifiée du Soleil. L'apparition et la forme des taches, le passage d'un astéroïde sur le disque solaire auraient été un sujet d'études continuelles, faites sans danger pour les yeux, par toutes les personnes que leurs occupations amènent sans cesse à traverser cette salle.

» Pour la photographie du Soleil, M. Foucault voulait employer, avec le sidérostat, un objectif de très-long foyer achromatisé pour les rayons chimiques. Un second miroir plan, presque normal au faisceau réfracté, recevait celui-ci à une distance de l'objectif égale à la moitié de sa longueur focale, et ramenait l'image à se former sur la paroi antérieure de la chambre noire auprès de l'objectif lui-même. L'observateur se trouvait ainsi à proximité de l'image et du miroir mobile, malgré la grandeur de la distance focale de l'objectif.

» M. Foucault et M. Wolf avaient ainsi posé, appliqué et réalisé pour ce cas particulier un principe qui devra désormais présider à la construction de tous les appareils d'Astronomie physique, celui de la spécialisation de chaque instrument au but qu'il doit atteindre. L'appareil destiné aux observations du Soleil ne peut être le même que celui qui s'applique aux étoiles; la Lune exige de même un instrument spécial.

» On voit comment l'étude du sidérostat avait été poussée par notre confrère jusque dans ses derniers détails, et combien il est à regretter que cet appareil n'ait pu être réalisé dans le cabinet de la rue d'Assas.

» Dans une prochaine séance, j'entretiendrai l'Académie de détails inédits relatifs à l'emploi du régulateur de M. Foucault dans les instruments d'Astronomie (1). »

---

(1) J'ai tenu à reproduire intégralement dans les *Comptes rendus* ce que j'ai lu à la séance. Mais je déclare maintenant que je ne communiquerai pas à l'Académie le travail que

« **M. Le Verrier** exprime son profond étonnement de la nouvelle communication de M. H. Sainte-Claire Deville; elle est, comme la précédente, sans objet apparent au premier abord, injuste, et ne saurait intéresser en rien la conservation des titres scientifiques de M. Foucault.

» En effet, nous voulons prendre date, dit M. Sainte-Claire Deville. Quelle date? lui disons-nous. L'Académie vient de nous voir lui demander de s'expliquer à cet égard, et M. Deville n'a pu répondre que par des phrases confuses et dont il n'y a rien à tirer. « Qu'on fasse de l'officiel ce » que l'on voudra, dit-il; nous n'avons pour nous rien à y prendre. »

» Or M. Deville m'a entendu à l'instant même, ainsi que toute l'Académie, dire, après ma communication écrite, que j'apporterai des pièces, des dates toutes à l'avantage de M. Foucault. J'ai des dessins signés de sa main et datés. Lors donc qu'on ne présente que des considérations générales, et rien de précis, il est bien clair que ce n'est pas de prendre de date qu'on s'est proposé, puisqu'on ne le fait pas.

» Non, ce qu'on a voulu, c'est arriver à nous demander pourquoi, M. L. Foucault nous ayant proposé la construction d'un sidérostat, nous ne l'avons pas exécutée.

» Nous protestons énergiquement et de toute notre conscience contre des questions ainsi posées d'une manière captieuse. Ou bien, pense-t-on, nous prendrons la faute à notre charge par une générosité que commanderait le respect d'un confrère présent encore pour ainsi dire parmi nous, et l'on en tirera parti sans réserve; ou bien nous exposerons qu'il y avait quelques fautes de la part de notre confrère, et alors on nous criera : « Vous » l'attaquez! »

» Eh bien, on se trompe, et, fort de notre loyauté, de notre dévouement à la science et du concours éclairé que nous avons donné à M. Foucault,

---

j'avais préparé sur les parties inédites de l'OEuvre de M. Foucault relatives aux régulateurs. L'Empereur, qui a protégé si efficacement notre illustre confrère, qui l'a aidé si généreusement dans le courant de cette vie scientifique si bien remplie, a pris l'initiative de la publication et de la continuation de l'OEuvre de notre confrère. L'Empereur a nommé une Commission composée d'anciens amis, d'héritiers et de collaborateurs de Foucault, et l'a pourvue libéralement sur sa cassette des moyens d'arriver sûrement au but que nous désirons tous atteindre dans l'intérêt du Pays, de la Science et de notre Compagnie. Je remettrai à cette Commission tous les documents que je possède, je lui dirai tous mes souvenirs.

N'ayant eu dans cette circoustance que le désir de conserver à mon ami des droits que j'espère avoir mis à l'abri de toute contestation, je considère désormais ma tâche comme remplie, et je ne prendrai plus la parole sur ce sujet, m'inspirant d'une pensée exprimée pendant la séance par notre très-sage et très-savant confrère M. de Quatrefages, si jaloux des intérêts et de la dignité de l'Académie.

nous saurons entrer dans des explications qui donneront à la fois satisfaction à notre confrère et à nous-mêmes. Et nous osons dire que, si M. Foucault était présent, ce serait nos paroles qu'il ratifierait. Qu'on veuille bien se souvenir que ce n'est pas nous qui provoquons de telles explications, nous en aurions trop de regret.

» Nous l'avons dit, dans une première phase de ses recherches M. Foucault étudie les verres d'une grande lunette. Décidé à la faire construire, il s'occupe de rechercher les moyens d'abréger la vérification de l'objectif, et dans cette voie il découvre le télescope à miroir de verre argenté. Les télescopes, on le comprend, lui font peu à peu et bientôt complétement perdre de vue la lunette, et, en raison des intérêts de MM. Chance engagés dans l'affaire, il en résulte des difficultés administratives qu'on fait, bien entendu, peser sur le Directeur.

» Après avoir fait un télescope d'essai de 10 centimètres, puis un de 20 (un chef-d'œuvre de ses mains!), puis un de 40, M. Foucault aborde et construit le télescope de 80 centimètres, qui se trouve actuellement à Marseille.

» Notre confrère estime alors qu'il faut définitivement renoncer à la construction des grandes lunettes et s'en tenir à un accroissement plus considérable encore des télescopes. Sur ce, nouvelles et plus vives réclamations de la maison Chance.

» Cependant M. Foucault m'a persuadé et m'entraîne à sa suite, comme je le montrerai. Nous faisons fondre à Saint-Gobin, avec la protection de notre regretté confrère, M. Pelouze, un grand disque de verre que tout le monde a vu dans nos galeries, et qui est destiné à la construction du miroir d'un télescope de $1^m,20$ de diamètre.

» Mais bientôt M. Foucault se prend à me reparler des lunettes. On les a jugées peut-être un peu vite, dit-il, il ne serait point éloigné d'y revenir. La raison en est, comme on le verra dans des pièces que je produirai, que notre confrère avait reconnu qu'il pouvait appliquer à chacune des quatre surfaces des verres d'une lunette, les procédés de vérification et de rectification qu'il avait employés pour les surfaces des verres des télescopes. Et c'est là qu'on doit chercher la véritable origine et la véritable date de ses inventions, et non pas dans des récriminations sans portée, sans vérité, sans justice.

» Eh bien, ici encore, on me verra revenir avec M. Foucault vers les lunettes, et cette fois sans délai, parce que cela m'était possible sans qu'il en résultât un embarras étranger. Au contraire, nous donnions satisfaction à MM. Chance.

» Je montrerai encore que c'est sur mes instances que l'arrangement

intervenu entre M. Foucault et la maison Secretan, pour la construction des verres d'optique, a été conclu.

» Alors intervient la loi qui nous accorde 400 000 francs pour la construction de la grande lunette et pour celle du télescope. On a dit que c'était malgré M. Foucault. C'est une grande erreur comme tout le reste. M. Foucault expose lui-même que cette double entreprise n'a rien de téméraire et que ce n'est qu'une question d'argent.

» La taille des verres de la grande lunette est commencée et d'abord poussée avec activité. Mais bientôt M. Foucault s'arrête de nouveau, et il nous propose de changer encore de voie et de construire un instrument unique dans lequel, non-seulement les deux grands verres, mais le miroir de $1^{m},20$ seront employés.

» Ce nouveau projet fut longuement discuté entre nous. Il offrait des inconvénients astronomiques et aussi des difficultés de construction qu'il accumulait toutes sur une même entreprise. Établir un objectif de 75 centimètres de diamètre était un travail à lui seul considérable. Construire un sidérostat, même dans les proportions moyennes, et lui donner la régularité de mouvement indispensable, était une chose fort délicate. Mais surtout vouloir débuter dans cette voie difficile par construire un sidérostat colossal avec miroir de $1^{m},20$ de diamètre paraissait extrêmement dangereux. Au surplus, disais-je, si vous persistez dans ce changement de voie, veuillez, je vous prie, le formuler par écrit, car vous n'ignorez pas que le Ministre a voulu connaître les plans qu'on se proposait de suivre, et qu'il a formellement stipulé qu'on n'y changerait rien sans lui en avoir référé. Or, M. Foucault n'a rien voulu proposer ainsi, et tout s'est borné à des conversations.

» Un peu plus tard encore, M. Foucault me propose l'établissement d'un système de télescope de moindre dimension et avec sidérostat. Mais quand notre collaborateur était déjà chargé de la construction d'une grande lunette, prise, abandonnée, puis reprise, et à laquelle on n'avait presque rien fait; quand il était déjà chargé d'un télescope auquel on n'a rien fait du tout; quand ces deux premières entreprises étaient basées sur une loi, et que le Ministre nous avait écrit avec raison de ne rien négliger pour les faire aboutir, nous le demandons, eût-il été raisonnable à nous de consentir à leur abandon en faveur d'un troisième projet? Voilà purement et simplement ce que je n'ai pas pu accepter. Notre confrère avait déjà sur les bras deux grandes constructions, dont l'une était à peine ébauchée. Je n'ai pas voulu lui en mettre une troisième, bien certain que les deux premières seraient dès lors complétement laissées de côté.

» On voit donc à quoi se réduit la question posée d'une façon si impérieuse par M. Deville. Trois projets existent : la construction d'une grande lunette, la construction d'un grand télescope, celle d'un sidérostat. Les deux premiers sont les plus anciens en date, et s'exécutent en vertu d'une loi. J'ai cru qu'il fallait les laisser s'exécuter, et n'entreprendre le sidérostat qu'à son tour, lorsque les premières entreprises seraient assez avancées.

» Dès à présent, on voit que l'honneur scientifique de M. Foucault n'a rien à gagner ni rien à perdre dans un pareil débat. Nous tenons à honneur de bien constater que ce n'est pas nous qui l'avons posé, et qu'à M. Deville appartient la forme personnelle et irritante qu'il lui a donnée tout d'abord.

» Qu'on sache bien que si l'on a un autre but, ce n'est pas ainsi qu'on parviendra à l'atteindre, et que nous resterons sur la brèche pour repousser les attaques passionnées venant d'une même source, et aussi injustes les unes que les autres. »

M. Delaunay annonce à l'Académie que la petite planète (96), objet de la Note de M. Le Verrier insérée au dernier *Compte rendu*, a été découverte à l'Observatoire de Marseille, par *M. Coggia*. Cet observateur n'en est pas à ses débuts, bien que son nom n'ait pas encore été prononcé devant l'Académie. C'est à lui, en effet, qu'est due la découverte d'une comète dans la nuit du 23 au 24 janvier 1867, découverte qui a été annoncée à l'Académie dans sa séance du 28 du même mois, sans que le nom de son auteur fût cité (*Comptes rendus*, t. LXIV, p. 151).

Une discussion s'engage sur ce sujet, à laquelle prennent part MM. Liouville, Pasteur, Delaunay et Le Verrier; mais, aux termes de l'article 1er du Règlement, elle ne peut être reproduite dans le présent numéro des *Comptes rendus*.

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur une identité qui conduit à toutes les solutions de l'équation* $t^2 = x^2 + y^2 + z^2$; *par* **M. V.-A. Le Besgue.**

« Cette identité est la suivante

$$(g^2+h^2)^2[e^2(a^2+b^2)+f^2(c^2+d^2)]^2-(g^2+h^2)^2[e^2(a^2+b^2)-f^2(c^2+d^2)]^2$$
$$=4e^2f^2(g^2+h^2)^2(a^2+b^2)(c^2+d^2).$$

Comme le produit de plusieurs facteurs, sommes de deux carrés, donne, en variant l'ordre des multiplications, plusieurs sommes de deux carrés, le

premier membre aura la forme $t^2 - x^2$ et le second la forme $y^2 + z^2$. Ainsi

$$t^2 - x^2 = y^2 + z^2.$$

» Voici une des solutions. On a

$$(g^2 + h^2)^2 = (g^2 - h^2)^2 + (2gh)^2,$$
$$(a^2 + b^2)(c^2 + d^2) = (ac + bd)^2 + (ad - bc)^2.$$

De là

$$\begin{aligned}(g^2 + h^2)^2(a^2 + b^2)(c^2 + d^2) \\ = [(g^2 - h^2)(ac + bd) + 2gh(ad - bc)]^2 + [(g^2 - h^2)(ad - bc) \\ - 2gh(ac + bd)]^2,\end{aligned}$$

de sorte que l'équation

$$t^2 - x^2 = y^2 + z^2,$$

où l'on suppose que t, x, y, z n'ont pas de diviseur commun, est résolue en posant

$$\begin{aligned} t &= (g^2 + h^2)[e^2(a^2 + b^2) + f^2(c^2 + d^2)], \\ x &= (g^2 + h^2)[e^2(a^2 + b^2) - f^2(c^2 + d^2)], \\ y &= 2ef[(g^2 - h^2)(ac + bd) + 2gh(ad - bc)], \\ z &= 2ef[(g^2 - h^2)(ad - bc) + 2gh(ac + bd)]. \end{aligned}$$

» On pourrait donner d'autres valeurs à y et z, en variant l'ordre de multiplication des facteurs

$$(g^2 + h^2), \quad (g^2 + h^2), \quad (a^2 + b^2), \quad (c^2 + d^2),$$

mais cela est inutile, la décomposition de $g^2 + h^2$, $a^2 + b^2$, $c^2 + d^2$ en facteurs, quand on passera aux applications numériques, donnerait encore d'autres valeurs de $y = 2efy'$, $z = 2efz'$, mais $y'^2 + z'^2$ conservera la même valeur.

» Pour obtenir l'identité précédente, on mettra l'équation

$$t' = x^2 + y^2 + z^2$$

sous la forme

$$\lambda^2 (t'^2 - x'^2) = \mu^2 (y'^2 + z'^2),$$

λ et μ étant premiers entre eux et μ pair, ainsi que y et z, car $y = \mu y'$, $z = \mu z'$; t et x sont impairs, $t = \lambda t'$, $x = \lambda x'$.

» Les décompositions résultent de ce que t' et z' sont premiers entre eux, aussi bien que y' et z', et de ces théorèmes : le produit d'une somme de deux carrés par une somme de deux carrés est aussi une somme de deux carrés; une somme de deux carrés, premiers entre eux, a pour diviseurs des sommes de deux carrés.

» Si l'on remplace *ae*, *be*, *cf*, *df* par α, β, γ, δ, les valeurs de t, x, y, z se simplifient. Pour $y = 1$ et $h = 0$, on a ainsi

$$(\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2 + \delta^2)^2 = (\alpha^2 + \beta^2 - \gamma^2 - \delta^2)^2 + 4(\alpha\gamma + \beta\delta)^2 + 4(\alpha\delta - \beta\gamma)^2,$$

et, comme cas particuliers,

$$(\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2)^2 = (\alpha^2 + \beta^2 - \gamma^2)^2 + 4\alpha^2\gamma^2 + 4\beta^2\gamma^2,$$
$$(\alpha^2 + \delta^2)^2 = (\alpha^2 - \delta^2)^2 + (2\alpha\delta)^2;$$

d'où ce théorème connu : Tout carré n^2 est la somme de deux ou trois carrés, car tout nombre n a la forme

$$\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2 + \delta^2.$$

» Je donnerai ailleurs une application géométrique, dont le développement ne serait pas à sa place dans le *Compte rendu*. »

ASTRONOMIE. — *Troisième Note sur les spectres stellaires; par le* **P. SECCHI.**

« Parmi les résultats qu'on espère obtenir par l'étude des spectres stellaires, il en est un très-important, qui consisterait à savoir si, parmi les étoiles, il y en a quelqu'une qui soit douée d'un mouvement propre assez rapide et comparable à celui de la lumière. La difficulté que présente ce problème est encore assez grande, malgré les progrès de la spectrométrie; je m'en occupai dès le commencement de mes recherches spectrales, dans l'année 1853 (voir *Bull. météor. du Coll. rom.*, 31 juillet 1863, p. 108); mais l'imperfection des moyens alors employés ne me permit d'arriver à aucune conclusion digne de confiance. Le spectroscope stellaire ayant été perfectionné, j'ai été encouragé, par un Membre illustre de l'Académie, M. Fizeau, à continuer ces recherches : j'ai pu aborder la question avec plus de chances de succès et la résoudre au moins dans certaines limites. Mais avant d'exposer mes résultats, il est nécessaire de rappeler en peu de mots la théorie.

» Les physiciens ont admis et constaté qu'un mouvement de translation donné à un corps sonore, et ayant pour effet de l'éloigner ou de l'approcher de l'observateur, est capable de modifier la *hauteur* du son. M. Fizeau est, je crois, le premier qui ait fait cette remarque et qui l'ait étendue à la lumière. Autrefois M. Doppler a insisté sur ce point, et ce fut pour préparer les données nécessaires à la vérification de sa théorie que le P. Sestini, en 1845, entreprit à l'Observatoire du Collége romain un catalogue des couleurs des

étoiles, et développa la théorie de Doppler dans un Mémoire qui précède le catalogue (*Mem. dell' opp.*, 1845).

» Il résulte de cette théorie, maintenant vérifiée pour le son, que si un corps lumineux s'éloigne de l'observateur avec une vitesse égale à la vitesse de la lumière, sa couleur baissera d'une octave (pour nous servir de la nomenclature employée en acoustique), et que si le point lumineux s'approche de l'observateur avec une vitesse égale à la moitié de celle de la lumière, sa couleur montera d'une octave. Comme l'intervalle des ondes sensibles à l'œil, entre le rouge et le violet, est environ d'une octave (les ondes extrêmes étant à peu près comme 2 : 1) dans le premier cas, l'étoile deviendrait à peu près rouge si elle était violette, et éprouverait un changement inverse dans le second. Pour des vitesses intermédiaires, on aurait des variations de teintes proportionnelles. Ainsi, les changements dans la couleur d'une étoile peuvent indiquer qu'à un moment déterminé il s'approche de l'observateur, et qu'à un autre moment il s'en éloigne.

» Cependant ce raisonnement ne peut conduire à une conclusion pratique qu'à la condition que, au delà des ondes sensibles à l'œil, il n'en existe pas d'autres qui puissent reproduire les dernières en se modifiant. Or nous savons que les corps lumineux émettent des ondes plus longues que celles des rayons rouges, et plus courtes que celles des rayons violets, ondes imperceptibles à l'œil, mais sensibles au thermoscope et aux agents chimiques. Ces ondes, en subissant un allongement ou un raccourcissement relatif, pourraient donc reproduire les couleurs modifiées et l'effet serait insensible.

» Mais le résultat est bien différent pour des raies produites par la combustion des diverses substances dans un corps lumineux. Une substance capable de produire, par exemple, la raie F, qui correspond au bleu et a une longueur d'onde de 486,39 millioniémes de millimètre, à cause du mouvement de l'étoile, changerait de place dans le spectre; car pendant que la molécule vibrante qui la produit oscillerait dans le temps qui lui est propre et invariable, l'onde elle-même serait allongée ou raccourcie par le transport du point radiant, et dès lors elle changerait de réfrangibilité : en la comparant à la même substance rayonnant près de l'observateur, on trouverait une différence dans la place de la raie. Ainsi, si le mouvement était tel qu'il dût accroître la longueur de l'onde de 40,63 millioniémes de millimètre, la raie F passerait à la place de la raie E dans le spectre, et la couleur serait verte. Pour produire une pareille variation, il faudrait que l'étoile eût, en s'éloignant, une vitesse de 31 000 kilomètres par seconde, et d'environ 16 000 kilomètres en s'approchant. Comme la Terre ne parcourt dans son

orbite que 30^{klm},4 dans le même temps, l'étoile devrait avoir, dans le premier des deux cas, une vitesse mille fois plus grande.

» Mais les instruments spectroscopiques actuels donnent le moyen d'apprécier des intervalles beaucoup plus petits. Supposons que le spectroscope soit tel qu'il dédouble nettement la raie D (ce qui est le cas de ceux que j'emploie maintenant); une différence de position égale à la largeur de cette raie double serait sans doute appréciable. Or, les deux raies D' et D'' sont séparées, selon M. Van der Willingen, de 0,40 millioniémes de millimètre. Un déplacement de cette valeur (en supposant la vitesse de la lumière de 300000 kilomètres par seconde) suppose à l'étoile une vitesse de 304 kilomètres, en s'éloignant, c'est-à-dire une vitesse dix fois celle de la Terre. Une moitié moindre suffirait dans le cas du rapprochement.

» Ces vitesses ne sont pas énormes, mais elles sont encore loin de celles que nous pouvons supposer d'après les mouvements propres des étoiles. Ainsi l'étoile 40 de l'Eridan, qui a 4 secondes de mouvement propre annuel dans le grand cercle (*Struve cat. Dorp.*, p. 153), si elle était supposée à la distance de la parallaxe stellaire de $\frac{1}{2}$ seconde, ne parcourrait que 36 kilomètres par seconde. La question étant très-délicate, il fallait des moyens d'observation d'une grande précision pour déterminer la position absolue des raies.

» Cette détermination peut se faire à l'aide des lumières artificielles introduites dans le spectromètre à fente; mais ce moyen est embarrassant dans la pratique et présente plusieurs inconvénients qu'il est inutile de développer ici. Après plusieurs essais, j'ai trouvé qu'on peut réussir très-bien et plus facilement en introduisant dans le champ de la lunette le spectre et l'image directe de l'étoile, et les comparant à un point de repère fixe, placé dans le champ même. Quant aux raies, on peut choisir la raie F ou la raie E, bien connues par les systèmes auxquels elles appartiennent (raies de l'hydrogène et du fer), en sorte qu'on peut être sûr qu'il n'y a pas d'erreur sur les substances auxquelles elles appartiennent. La raie *b* du magnésium est encore très-bonne, surtout pour les étoiles colorées. Ces raies donc devront avoir la même place dans le spectre de toutes les étoiles, par rapport à leur image directe, si elles ne sont pas déplacées par le mouvement. Arrivons maintenant aux résultats.

» L'appareil que j'ai employé consiste dans un spectroscope à vision directe, dans lequel, à la fente, est substituée une lentille cylindrique achromatique. Le prisme est disposé de manière qu'une portion des rayons qui forment la ligne lumineuse, au foyer de la lentille cylindrique, le traversent pour se disperser, pendant qu'une petite portion des rayons est transmise directement hors de ce prisme. On obtient ainsi, dans le champ de la lunette

analysatrice, deux images : l'une dispersée, avec les raies bien nettes, l'autre blanche et linéaire. Si le prisme est convenablement taillé, on peut avoir la coïncidence exacte d'une raie noire avec la ligne blanche directe, à l'aide de petites variations d'inclinaison dans l'axe du prisme. Si on ne peut pas obtenir cette coïncidence (ce qui arrive dans certains prismes), alors il est nécessaire de mettre dans l'oculaire deux fils micrométriques, et on mesure la distance de la raie à l'image blanche comme celle des étoiles doubles. La lentille cylindrique est meilleure que la fente, car elle donne beaucoup plus de lumière et permet une plus grande facilité de travail.

» On peut encore se servir du spectroscope simple, avec un immense avantage, car la lumière reste très-vive; mais si le prisme a une grande force dispersive, il faut compenser la divergence qu'il produit dans les rayons qui le traversent, en faisant passer le faisceau direct à travers une demi-lentille concave de foyer convenable, pour avoir les raies et l'image de l'étoile au même foyer. On pourrait se dispenser de la lentille cylindrique, mais quoiqu'il soit possible de voir les raies, elles n'ont jamais la netteté et la précision que donne la lentille. Avec le spectroscope simple, il est encore plus facile d'obtenir la coïncidence de l'image directe avec une raie quelconque du spectre. Bien que l'appareil ait été construit avec les pièces que je me trouvais avoir sous la main, j'ai constaté qu'on pouvait très-bien reconnaître le déplacement de la raie F, s'il n'était pas même plus grand que sa propre largeur : c'est là une limite égale à peu près à celle qui a été indiquée ci-dessus, car la raie F n'est pas plus large que la double raie D.

» Avec les deux espèces d'appareil, j'ai analysé une grande partie des étoiles qui sont maintenant visibles le soir, jusqu'à la troisième grandeur. Dans chaque série d'observations, on commençait par mettre en coïncidence la ligne lumineuse de Sirius avec sa raie F, de manière que la ligne blanche fût divisée très-exactement par une pointe très-aiguë, placée dans le champ de l'oculaire. Cette pointe opaque, cachant presque complétement la ligne blanche, rend plus facile l'observation des raies du spectre dont la lumière serait affaiblie par son éclat. Ce résultat étant obtenu, sans rien toucher à l'oculaire, je dirigeais la lunette vers une autre étoile, et je cherchais si la coïncidence existait de la même manière.

» Après avoir répété plusieurs fois ces comparaisons, je suis arrivé à cette conclusion que, pour les étoiles du type de Sirius, *il n'y a pas de déplacement appréciable par mes appareils de mesure.* Pour les étoiles de type différent, comme α d'Orion, je me suis servi d'autres raies, et surtout de la raie b du magnésium, qui est très-nette, après avoir constaté la coïncidence de la raie F et de la raie b dans les étoiles où elles sont toutes les deux sen-

sibles, comme *Aldebaran, Capella*, etc. Par ce moyen, j'ai vu que la raie de l'hydrogène est assez bien prononcée, même pour α d'Orion, quoiqu'elle ne soit pas aussi caractéristique que pour Sirius, et qu'elle occupe la première place d'une bande sombre, après une belle rangée de lignes brillantes dans le vert-bleu. Les étoiles examinées jusqu'ici appartiennent au Grand Chien, à Orion, au Petit Chien, au Lion, au Triangle, à l'Ourse, au Cocher, et à Cassiopée, etc.

» La conclusion à laquelle nous sommes arrivé, quoique négative, a cependant une grande importance, car nous avons constaté que, parmi les étoiles examinées, il n'y en a aucune dont le mouvement propre soit cinq ou six fois celui de la Terre dans son orbite. Il est possible, sans doute, qu'on puisse trouver pour les autres de pareils mouvements; mais pour atteindre dans celles que j'ai examinées une précision, il faudrait des moyens qui, pour le moment, ne sont pas à ma disposition.

» Comme les études relatives à toutes les étoiles ne sont pas encore achevées, j'aurais voulu attendre pour faire cette communication à l'Académie que j'eusse terminé l'examen du ciel entier, mais une raison qui m'a paru de quelque importance m'a décidé à la faire dès maintenant. En effet, l'appareil que je viens de décrire me paraît pouvoir être utile dans d'autres circonstances, et surtout pendant les éclipses du Soleil, pour examiner les protubérances roses.

» D'après le souvenir que j'ai conservé de l'intensité lumineuse que j'ai observée dans ces protubérances en Espagne, en 1860, je doute fortement qu'on puisse réussir à les analyser avec le spectroscope à fente, surtout avec des lunettes de petites dimensions, seules employées pour cet usage dans des longs voyages, et n'ayant pas le mouvement équatorial donné par l'horloge. Sans ce mouvement, il sera presque impossible d'analyser à la fente une protubérance; au contraire, avec le spectroscope direct simple, on le fera avec une très-grande facilité, puisque le champ en est très-vaste. On pourra éviter l'emploi de l'étincelle électrique ou des lumières artificielles, en introduisant le rayon direct de la protubérance, comme je le fais pour les étoiles. Les protubérances sont assez petites pour être observées avec précision, comme les étoiles; en effet, dans la planète Vénus, je puis très-bien observer les raies solaires, en employant un grossissement modéré et un prisme très-dispersif.

» La couronne seule devra être observée à la fente, parce qu'elle a une superficie trop grande pour qu'il soit possible de distinguer les raies avec le spectroscope simple. Mais je crois qu'avec cet instrument les protubérances pourront très-bien être analysées avec une lunette de 10 centimètres d'ou-

verture. En tout cas, il serait bon de choisir au moins une lunette de 6 pouces, car l'intensité relative des protubérances est beaucoup affaiblie par la lumière de la couronne, sur laquelle elles se projettent. De plus, il semble que leur radiation soit plutôt remarquable par son intensité chimique que par son intensité lumineuse.

» On me pardonnera cette digression, qui m'est inspirée par l'intérêt que doit offrir à tous les savants le remarquable phénomène qu'on attend pour le mois d'août prochain. »

GÉOLOGIE. — *Premier aperçu au sujet des blocs erratiques.* Note de **M. J. Fournet.**

« La question des blocs erratiques, qui m'occupe depuis longtemps, m'a toujours tenu en suspens à cause de sa complication. Celle-ci est d'ailleurs avouée même par les glaciéristes qui, dans l'origine, se croyaient obligés d'étendre leurs glaciers depuis les Alpes jusqu'à la Méditerranée, tandis qu'actuellement ils consentent à accepter l'intervention de l'eau pour une partie du transport. Cette concession, qu'il faut considérer comme un grand progrès, permet d'espérer la solution définitive du problème, et, pour ma part, je ne me montrerai pas trop absolu dans le sens opposé, en déclarant que j'ai observé d'anciennes extensions du moteur glaciaire bien au delà de ses limites du moment.

» A cet égard, j'ai été surtout convaincu par la magnifique moraine que j'eus l'avantage de rencontrer en 1849 aux Avanchers, entre Chamouny et Argentière. Son étendue et son ampleur dépassent tellement ce que nous voyons de nos jours, qu'il n'y a point lieu d'hésiter au sujet de son établissement pendant une longue période, plus froide que celle du moment actuel.

» D'ailleurs, cette moraine est dans un état de conservation si parfait, qu'elle se refuse absolument à toute idée de dégradation par l'action de l'eau, sauf à l'endroit d'une entaille que l'Arve approfondit d'environ 150 mètres le long de son bord occidental, et par laquelle cette rivière s'échappe comme d'un étroit défilé avant d'entrer dans la petite plaine de Chamouny. Convenons donc qu'ici le cours d'eau n'est intervenu que d'une façon tardive et en même temps très-minime. Considérons surtout que ce dépôt est entièrement confiné dans les hautes vallées alpines à l'altitude d'à peu près 2140 mètres, et qu'en vertu de son aspect il semble pour ainsi dire appartenir à notre ère.

» Ces circonstances sont d'ailleurs capitales, parce qu'elles interdisent

tout rapprochement avec les grands phénomènes dits *glaciaires*, lesquels se seraient étendus jusque dans la région lyonnaise à des altitudes d'environ 300 mètres pour se prolonger d'ici jusqu'à la mer.

» Ceci posé, je dois insister sur une particularité entièrement différente, en ce sens qu'elle concerne le mode de transport des matériaux, soit diluviens, soit glaciaires.

» S'agit-il des glaciers, on conçoit que leur masse résistante devait s'opposer à tout triage des blocs selon leur volume. Gros ou menus, ils ont dû être transportés indifféremment à toutes les distances où ils se montrent actuellement, et, selon toute apparence, c'est dans ce sens qu'ont raisonné les glaciéristes purs, puisqu'en faisant connaître les volumes de leurs monolithes, ils ne se sont pas occupés de ce second élément de la question.

» Par suite de ma longue pratique du lavage des minerais, cette façon d'envisager les faits ne pouvait pas faire partie de mes habitudes. L'emploi de l'eau m'a constamment montré les gros morceaux arrêtés dans les canaux bien avant la menuaille et à des distances en rapport avec leurs volumes ainsi que leur pesanteur spécifique.

» D'autre part, il est évident que les grands torrents fonctionnent de la même manière, et, sans aller plus loin, je puis rappeler que M. Élie de Beaumont a vu les anciens charriages de la vallée de la Durance s'atténuer de plus en plus en s'avançant dans le Languedoc. Les cailloux sont encore volumineux sur la plaine de la Crau; mais au delà du Rhône il n'y a plus que des sables.

» Partant donc de ces indications, j'ai dû rassembler les données de MM. de Charpentier, Necker de Saussure et autres observateurs pour classer les blocs suivant un certain ordre, en tenant compte des volumes qu'ils leur attribuent, des points où ils se sont arrêtés et de l'ordonnance de leur distribution, en raison de l'éloignement des points de départ. Ces détails m'ont conduit aux résultats suivants :

	Mètres cubes.
A. — *Bloc de la vallée de Brinnen (Haut-Valais).*	
Pierre de Condy. Protogine posée sur le flanc du Jura, près de Provence, au N.-O. de Vauxmarcus et au S.-O. de Neufchâtel	123
B. — *Blocs de la vallée de Ferret dépendant du Grand-Saint-Bernard.*	
Blocs divers. Quelques-uns mesurent	2050
Pierre à Millet placée près du village de Mont-la-Ville, au pied oriental du Jura	427
C. — *Blocs dérivés ou supposés dérivés du mont Blanc.*	
Pierre du Trésor sur le Plan-y-Bœufs, au S.-S.-O. d'Orcières et à 888 mètres au-dessus de cet endroit	3420
Pierre des Marmettes placée au-dessus de Monthey, vis-à-vis Bex	2068

	Mètres cubes.
Pierre à Bô sur le Jura, près de Neufchâtel. Elle a reçu son nom de *Bô* (Crapaud), parce qu'en vertu de son profil elle imite ce reptile lorsqu'il est dressé sur son fessier qui la maintient en équilibre sur la plus épaisse de ses faces. Longueur, 18 mètres. Schiste chloriteux venu de la pointe d'Ornex, à l'extrémité nord du mont Blanc	1368
Bloc micaschisteux du Fort-l'Écluse	57
Bloc de la Chartreuse de Portes. Protogine que j'ai trouvé en 1842 sur le revers occidental du Jura, au-dessus de Villebois (Ain). Altitude, 978 mètres	2
Bloc Chantre. Schiste cristallin trouvé par notre actif archéologue M. Chantre à Villefontaine, près de Saint-Quentin (Isère), à l'altitude de 280 mètres	4
Pierre-Fitte. Granit près de Décines (Isère). Altitude, 185 mètres	3
Les plus gros blocs alpins de la Croix-Rousse, observés par M. Élie de Beaumont (1), avaient jusqu'à 1 mètre de diamètre, ce qui leur donne à peu près	1

Je les suppose venus des alentours du mont Blanc; car les conglomérats de Valorsine sont assez communs sur ce plateau, dont l'altitude est d'environ 280 mètres.

D. — *Blocs calcaires des montagnes du Valais.*

Bloc monstre de M. de Charpentier sur le Montet, près de Devens, dans la vallée de l'Avançon qui descend des Diablerets. C'est la plus grosse masse erratique connue	5506
Pierre-Bessa, à environ 130 mètres en aval du précédent	1436
Pierre-Vieille sur le Jora, près du lac de Bret, entre Vevey et Lausanne, à l'altitude de 698 mètres. Cette masse vient des Alpes calcaires du Bas-Valais	41

E. — *Blocs du Jura trouvés près de Lyon (rive droite du Rhône).*

Bloc Mangini à la partie supérieure de la tranchée du chemin de fer de la Croix-Rousse. Cette masse est actuellement masquée par le muraillement du tunnel	35
Bloc Saint-Olive découvert par notre savant historien M. Saint-Olive dans les tranchées effectuées en 1843 pour la construction du Fort-Montessuy; son volume est d'environ	6
Bloc Chaurand. En 1863, cet honorable président de la Société d'agriculture signala l'existence de cette belle masse calcaire sur les coteaux d'Irigny (altitude, 270 mètres). Sa mesure prise par M. Ragot, ingénieur-voyer chef, a donné	2,5

» Abstraction faite, pour un moment, de quelques petites exceptions, la

(1) Je disais même : « La longueur de ces blocs surpasse rarement un demi-mètre, et leurs angles sont toujours plus ou moins émoussés. » (Recherches sur quelques-unes des révolutions de la surface du globe, par M. Élie de Beaumont, *Annales des Sciences naturelles*, t. XIX, p. 92 et suiv., 1830). Mais je ne nie pas que leur longueur puisse aller quelquefois jusqu'à 1 mètre, et peut-être M. Fournet en a-t-il observé de semblables. Dans tous les cas, ces blocs n'étant pas cubiques, il est certain que, comme le dit M. Fournet, leur volume ne dépasse pas 1 mètre cube, c'est-à-dire *un cinq-millième* du bloc monstre de M. de Charpentier.

É. D. B.

première division du tableau fait voir tout d'abord que le bloc de Binnen qui, d'après la disposition géographique des lieux, a fait le plus long de tous les trajets, est aussi l'un de ceux dont les dimensions sont les moins remarquables. Peut-être a-t-il laissé en arrière les plus gros de ses congénères.

» Cependant, cette présomption pouvant être rejetée faute d'un second bloc de même provenance et capable de servir de terme de comparaison, j'ai hâte de faire remarquer que la décroissance est plus spécialement manifeste dans les séries cristallines de Ferret, ainsi que du mont Blanc, et qu'enfin la même hiérarchie se maintient à l'égard des calcaires alpins et jurassiens.

» D'autre part, on remarquera, sans doute, l'exiguïté relative des blocs jurassiens déposés autour de Lyon, et l'on dira qu'ayant fait les moindres traversées, ils ont dû conserver des dimensions analogues à celles des masses alpines; mais en raisonnant ainsi, on perdrait de vue l'état habituellement fissuré de ces roches calcaires. Elles sont loin de posséder la cohésion des granits et des schistes cristallins des Alpes.

» Quant aux différences anormales de la Chartreuse de Portes, de Décines et de Villefontaine, elles paraissent dépendre bien plus du genre des parcours que de toute autre cause. Le premier étant demeuré perché à l'altitude de 978 mètres a dû cheminer en quelque sorte sur le dos du Jura, suivant un plan notablement plus horizontal que les seconds, qui avaient enfilé la voie pentive de la vallée du Rhône. Ceux-ci sont donc arrivés plus promptement à leurs buts que l'autre, et, par suite, leur usure a dû être moindre. Après tout, il n'est pas dit qu'originairement toutes ces masses aient eu le même calibre.

» Je viens de parler d'usure, et, sans doute, les objections porteront sur la nature du liquide, que j'ai dépeint comme étant de l'eau à peu près pure, attendu que cette indication sommaire suffisait pour le début de ma Note. Actuellement, je dois compléter mes données à ce sujet, en ajoutant que tout démontre qu'en réalité les gros monolithes en question voyageaient au milieu d'une boue chargée de sables, de graviers en blocs moins volumineux.

» Pour établir mon énoncé, j'ai suivi la montée de Neufchâtel à la Pierre-à-Bô, en étudiant les dépôts distribués à droite et à gauche de la route. Cette promenade fut faite pendant mon excursion en 1865, c'est-à-dire après avoir poursuivi mes anciennes études diluviennes de 1842 (*Revue du Lyonnais*), depuis les Vosges jusque dans les provinces méridionales de la France, et transversalement en allant des Alpes à l'extrémité

opposée du Limousin, non pas d'un jet, uniquement dans le but de voir des cailloux et des blocs, mais en tirant partie de mes rencontres, de façon à augmenter la somme des éléments de la question.

» Par là, j'ai été conduit à modifier quelques-uns de mes primitifs énoncés, mais sans être obligé de renoncer à la théorie diluvienne, et l'on va voir que les détails des alentours de Pierre-à-Bô n'ont été qu'un nouvel exemple de ce que j'avais vu partout ailleurs.

» Sortant donc de Neufchâtel, je longeai d'abord une série d'assises calcaires vigoureusemnt redressées, de façon à constituer la crête d'une première colline étendue sud-ouest nord-est entre l'embouchure du Seyon et Saint-Blaise. Elle n'est d'ailleurs qu'un contre-fort du Chaumont, autre sommité calcaire qui, avec son altitude plus que double, joue un rôle essentiel dans le problème erratique. Les calcaires précédents sont penchés vers lui, et, par une échancrure de leur arête, on arrive, au travers d'un vallon marneux, jusqu'à la Pierre-à-Bô, qui, elle-même, est posée assez haut contre la montagne principale, à l'endroit où elle est déjà notablement abaissée vers le Seyon.

» De cette structure des lieux résulte une sorte de replat sur lequel les matériaux de transport ont pu s'arrêter en masse assez grande pour se prêter à une étude fructueuse, et cela d'autant mieux que des fosses ont été pratiquées pour l'extraction des argiles, des sables ou des cailloux erratiques. On y rencontre, entre les lits de ces matières plus ou moins divisées, des granulites blancs, des sortes de grauwackes endurcies, de très-beaux schistes chloriteux d'un vert sombre, de gros blocs de gneiss chargés d'épidote, des marbres blancs cristallins, des calcaires noirs compactes, des ardoises plissées et lustrées, des calcaires jurassiques variés, blonds, roses ou jaunes, en un mot, tout un assortiment alpin et subalpin.

» Autour de l'échancrure susdite, divers blocs erratiques, dont quelques-uns parfaitement roulés, gisent sur les dépôts précédents, d'autres y étant plus ou moins enfoncés. Les premiers que je rencontrai consistaient en protogines, en gneiss à gros feuillets et en schistes chloriteux, les plus gros atteignirent le volume de 1 mètre cube, d'autres n'ayant que la moitié ou le quart de cette dimension.

» La fosse la plus profonde laisse voir des couches de sable fin parfaitement lavées, intercalées entre des cailloux, les blocs étant par-dessus. Sur d'autres points, la disposition de ces matières est telle, qu'on doit les considérer comme étant simplement éboulées, et, en somme, je ne puis rien voir de glaciaire dans ces assortiments. Tout est arrangé comme à Lyon,

où M. Desor me dit n'avoir rien vu qui fût de nature à indiquer l'arrivée des glaciers, M. de Charpentier ayant d'ailleurs déjà protesté auparavant, et devant moi, contre l'idée de leur venue sur le plateau de la Croix-Rousse.

» D'autre part, les blocs qui sont à découvert sur la montée vers Pierre-à-Bô ne s'accordent point avec le moyen des transports par l'eau, selon les régimes ordinaires de l'époque actuelle. Il semble donc, de prime abord, nécessaire de trancher la question par des soulèvements ou affaissements survenus entre les Alpes et le Jura, phénomène à l'appui duquel on pourrait être tenté d'invoquer les dislocations que l'on remarque dans les couches de la contrée; mais comme, d'autre part, divers faits s'accordent pour démontrer que son système orographique était déjà constitué, au moins en grande partie, à l'époque de ces apports étrangers, on ne peut évidemment user de ces puissants moyens qu'avec la plus extrême réserve.

» A mon avis, les phénomènes en litige ont une grande ressemblance avec ceux que produisent les torrents alpins de la région de Gap et d'Embrun, dont la sauvage énergie a été si bien décrite par M. l'ingénieur Surell. Toutefois, avant de procéder à leur amplification sur l'échelle diluvienne des effets de l'espace septentrional qui environne le mont Blanc, il faudrait lever la difficulté de la traversée des lacs de Genève et de Neufchâtel. Comment se fait-il que ces amas confus de blocs, de graviers et de limons ne les ont pas comblés, en tout ou bien en partie ?

» Les glaciéristes éludent la question en admettant leur congélation ; mais comme il vient d'être démontré que la constitution des dépôts ne s'accorde pas avec cette combinaison, il reste à savoir si, à l'epoque diluvienne, ces lacs existaient avec leurs configurations et leurs profondeurs actuelles.

» Jusqu'à présent, on s'est beaucoup occupé de ces nappes d'eau sous le point de vue artistique. De suaves tableaux reproduisent la magie de leurs scènes. Les merveilles de celles des Alpes ont été célébrées par les *lakistes;* les hydrographes en sondèrent les profondeurs; les températures, ainsi que les colorations de ces goufres aqueux ont donné de l'occupation aux physiciens. Toutefois, dans tout cela n'apparaît guère l'intervention des géologues.

» Pour ma part, je ne suis plus, en aucune façon, embarrassé des réservoirs qui étaient établis à de grandes hauteurs, malgré quelques aigres récriminations, à ce sujet, de mes énoncés pour cette partie; mais nous ne sommes pas aussi avancés à l'égard de ceux des régions basses, et tant que le grand problème de leur formation ne sera pas résolu, celui des effets torrentiels me paraît devoir demeurer exposé à des objections.

» Cependant, je n'admets pas pour cela que celles-ci puissent avoir une grande portée. Partout ne se rencontrent point des lacs du genre des précédents, tandis que les effets diluviens sont généraux ; ils n'appartiennent pas seulement aux époques qui virent pulluler les éléphants et les mastodontes; on les retrouve jusque dans les temps les plus anciens. M. de Sismonda parle des blocs du *miocène* de la Superga ; les masses contenues dans les mollasses du Rigi ont également de belles dimensions ; mais les unes comme les autres sont dépassées par les monolithes des terrains houillers. Au besoin, on en trouvera de jolis échantillons à la partie inférieure des assises de Rive-de-Gier. M. Élie de Beaumont a donné une idée de la mesure de celui qui a été rencontré dans les exploitations d'Épinac (Saône-et-Loire). Il faut ajouter celui de Blanzy au travers duquel un large puits d'extraction fut percé de manière qu'il formait autour de son excavation comme un cadre de soutènement. Et notons, en sus, que la houille a été rencontrée au fond, grâce à l'obstination des mineurs qui ne voulurent point écouter leurs ingénieurs. Chemin faisant, ils en avaient déjà rencontré d'autres analogues. Enfin, je rappelle qu'alors, d'après M. Brongniart, une température tropicale, qui règnait depuis l'équateur jusqu'à la baie de Baffin, était peu faite pour se prêter à l'extension des glaciers.

» Bref, ayons une bonne théorie du phénomène très-borné des lacs inférieurs et aussitôt le système glaciaire se trouvera réduit à ses véritables proportions, d'ailleurs déjà si belles, grâce au zèle des illustres physiciens et observateurs qui en ont fait l'objet de leurs études. »

« **M. Élie de Beaumont**, en présentant la Note de M. Fournet, rappelle ce qu'il a dit lui-même autrefois, dans un Rapport lu à l'Académie (1), au sujet des moraines des vallées de Chamouny et de Ferret, qui lui paraissaient dès lors marquer, dans l'intérieur des Alpes, la limite de l'ancienne extension des glaciers.

» Il ajoute que l'origine des lacs alpins, tels que le lac Leman, le lac Majeur et autres, lui paraît devoir être attribuée à la dernière phase de l'action des courants diluviens, qui ont façonné les bassins de ces lacs en même temps que les parties les plus profondes des vallées à plusieurs étages des Alpes et des Pyrénées. »

---

(1) *Comptes rendus*, t. XIV, p. 102 (séance du 17 janvier 1842). Voir aussi *Note relative à une des causes probables des phénomènes erratiques*, par M. Élie de Beaumont. *Bulletin de la Société géologique de France*, 2e série, t. IV, p. 1334-1356 (séance du 5 juillet 1847).

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre qui remplira, dans la Section d'Économie rurale, la place devenue vacante par suite du décès de *M. Rayer*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 58,

M. Bouley obtient.	27 suffrages.
M. Reiset.	26 »
M. Dubrunfaut.	5 »

Aucun candidat n'ayant réuni la majorité absolue des suffrages, il est procédé à un second tour de scrutin. Le nombre des votants étant encore 58,

M. Bouley obtient.	32 suffrages.
M. Reiset.	24 »
M. Dubrunfaut.	2 »

M. Bouley, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation de l'Empereur.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui devra préparer une liste de candidats à la place d'Associé étranger, devenue vacante par suite du décès de *M. Faraday*. Cette Commission doit se composer de trois Membres pris dans les Sections de Sciences mathématiques, de trois Membres pris dans les Sections de Sciences physiques, et du Président actuel de l'Académie, qui en fait partie de droit.

Les Membres qui ont réuni le plus de suffrages sont : dans les Sections de Sciences mathématiques, MM. Élie de Beaumont, Pouillet, Liouville; dans les Sections de Sciences physiques, MM. Dumas, Milne Edwards, Cl. Bernard.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

GÉOLOGIE. — *Lithologie des mers Britanniques; par* **M. Delesse** (1).

(Commissaires précédemment nommés : MM. Élie de Beaumont, de Tessan, Daubrée.)

« La carte que je viens soumettre à l'Académie fait connaître la nature

(1) Cette Notice est accompagnée d'une carte qui a été mise sous les yeux de l'Académie.

des roches qui forment le fond des mers Britanniques. La méthode suivie pour l'établir, est celle que j'ai employée précédemment pour étudier les mers de France (1).

» Chaque couleur y figure des roches sous-marines offrant un même caractère minéralogique, mais dont l'âge n'est pas nécessairement le même. Cette carte n'est donc pas géologique, mais lithologique.

» Le fond des mers Britanniques présente surtout du sable, de la vase, qui peut être plus ou moins mélangée de sable, et des roches pierreuses.

» Considérons d'abord ces dernières roches qui, étant déjà consolidées, sont antérieures à l'époque actuelle, et ne reçoivent pas de dépôts. Elles sont très-étendues au nord-ouest de l'Écosse, des Orcades et des Hébrides; elles le sont également à l'embouchure du Shannon et dans le nord-ouest de l'Irlande. On les retrouve dans le sud de cette île et dans la mer d'Irlande. Dans la Manche, elles indiquent la réunion du Cornouailles à la Bretagne; elles relient aussi les îles de Portland et de Wight avec le Cotentin. A l'est de l'Angleterre les roches pierreuses ne se montrent guère que vers l'embouchure de la Tess et sur le prolongement du cap Flamborough. Sur les côtes orientales des Iles-Britanniques, elles sont beaucoup moins étendues que sur les côtes occidentales; sans doute parce que ces dernières sont plus directement opposées à l'action des marées.

» On voit que les roches pierreuses bordent habituellement les Iles-Britanniques, dont elles prolongent les rivages et particulièrement les caps; il est naturel de les trouver surtout dans les parties où les eaux de la mer sont le plus agitées et détruisent sans cesse ses parois. D'un autre côté, elles forment aussi le fond des détroits et des bras de mer qui sont balayés par des courants rapides; c'est en effet ce que l'on observe dans la mer d'Irlande, dans le canal Saint-Georges et dans la Manche.

» Voyons maintenant comment les dépôts meubles sont répartis dans les mers Britanniques. Ils se classent par ordre de grosseur, et leurs débris sont d'autant plus volumineux que les eaux opérant leur transport ont une plus grande vitesse. C'est du reste ce qu'il est facile de constater, surtout près du rivage. Lors donc que les dépôts recouvrent des fonds de mers dans lesquels la vitesse des eaux ne devient jamais suffisante pour les déplacer, il peuvent provenir de terrains meubles préexistants, qui ont seulement été plus ou moins remaniés; et alors l'étude géologique des côtes qui émergent dans le voisinage permet quelquefois de conjecturer quels sont ces terrains.

(1) *Comptes rendus*, avril 1867.

Quoi qu'il en soit, les dépôts meubles peuvent appartenir non-seulement à l'époque actuelle, mais encore à des époques bien antérieures.

» Parmi les dépôts meubles des mers Britanniques, il importe de signaler le sable en première ligne, car il domine de beaucoup et occupe des surfaces immenses dans l'Atlantique, dans la Manche, dans la mer du Nord. Indépendamment de ce qu'il borde les rivages, il s'étend au loin jusque par des profondeurs dépassant 200 mètres.

» Le gravier présente quelques plages découpées d'une manière assez capricieuse qui, généralement, n'ont pas une grande étendue, il s'observe à l'ouest des Iles-Britanniques, au sud de Cork, dans le canal de Bristol, entre la pointe de Cornouailles et les îles Sorlingues, ainsi que dans la Manche; quelques traînées de gravier se montrent aussi à l'est de l'Angleterre. Ce gravier est habituellement entremêlé de dépôts plus fins; en outre, les profondeurs auxquelles il descend portent à croire que, le plus souvent, il n'appartient pas à l'époque actuelle. D'après la carte géologique des Iles-Britanniques, dans le canal de Bristol il semble provenir d'un affleurement sous-marin du vieux grès rouge, qui est développé sur ses deux rives; au sud de l'Irlande, il a visiblement la même origine. Dans l'est de la Manche, le gravier occupe une large plage, qui paraît relier le green-sand de la haute Normandie avec celui de l'Angleterre. Au sud d'Exmouth et de Star-Point, dans l'ouest de la Manche, le gravier se trouve sur le prolongement de roches arénacées appartenant au trias.

» Des galets de silex bordent les falaises crétacées de l'Angleterre, le long desquelles on les voit se former; mais il en existe aussi dans la Manche, que la mer ne saurait plus déplacer maintenant et qui sont antérieurs à l'époque actuelle. On en trouve même jusque vers le milieu de la mer du Nord, à la latitude des Orcades.

» Généralement, la vase pure ou mélangée de sable présente des formes découpées irrégulièrement et qui ne sont en rapport ni avec les courants, ni avec l'orographie sous-marine. Souvent la vase remonte jusque sur le rivage, et, dans ce dernier cas, elle provient de la destruction de couches argileuses qui affleurent sous la mer. Ces couches peuvent même être indiquées avec quelque vraisemblance en étudiant la carte géologique des Iles-Britanniques. Ainsi à l'embouchure de la Tamise et de la rivière Southampton la vase est engendrée par l'argile de Londres. Dans la baie de Tor et au nord-est de cette baie, les plages de vase résultent sans doute de la destruction des marnes irisées qui se montrent à Sidmouth sur la côte voisine.

» Les plages de vase qui s'étendent dans la mer d'Irlande et dans le canal

Saint-Georges paraissent devoir être attribuées aux schistes siluriens, qui sont si développés sur les bords opposés du bassin marin compris entre le pays de Galles, l'Écosse et l'Irlande. Il est même probable que les grandes plages de vase se trouvant au sud de l'Irlande résultent de la continuation dans l'Océan des schistes paléozoïques qui émergent dans le sud-est de cette île, dans le pays de Galles et dans le Cornouailles.

» Sur divers points des côtes les sondages indiquent des dépôts marins, qui sont exceptionnellement riches en débris de mollusques et constituent des espèces de faluns. En circonscrivant ces dépôts coquilliers par une ligne, il est facile d'apprécier comment les mollusques sont distribués dans le fond des mers Britanniques. On constate alors qu'ils sont relativement rares sur la côte orientale de l'Angleterre proprement dite, qui est baignée par la mer du Nord. Il en est de même dans l'Océan, sur les plages généralement vaseuses qui s'étendent au sud de l'Irlande.

» Au contraire, les mollusques sont très-nombreux dans la mer d'Irlande, ainsi que dans les canaux du Nord et de Saint-Georges. Ils abondent autour de l'Écosse, particulièrement dans le canal des Hébrides et entre les Orcades et le golfe de Moray. Sur les côtes de la Manche il y en a beaucoup autour du Cornouailles et des îles Sorlingues.

» Loin des côtes, ils sont très-nombreux par le sud-ouest de l'Irlande, ainsi qu'à l'ouest des Hébrides et de l'Écosse. Dans ces derniers parages l'on rencontre aussi des bryozoaires, par des profondeurs qui sont souvent supérieures à 100 mètres.

» Au nord-ouest du Royaume-Uni, les îles Feroé et l'écueil de Rockall s'élèvent dans l'Océan, et les plateaux sous-marins supportant ces îles sont habités par une multitude de mollusques, qui les recouvrent de leurs têts calcaires. Enfin au sud-est de l'Écosse, de grandes plages coquillières s'étendent encore très-loin dans la mer du Nord.

» Les fonds les plus riches en mollusques dans les mers Britanniques sont essentiellement formés par le sable; assez souvent, ils appartiennent à des roches pierreuses; quelquefois seulement à du sable vaseux, ou bien même à du gravier et à de la vase sableuse, mais ils ne s'observent pas sur la vase pure. Il est visible du reste que ces mollusques habitent pour la plupart les côtes sur lesquelles se trouvent leurs débris.

» Le développement les mollusques paraît en outre influencé par la constitution minéralogique des côtes voisines. Car, dans les mers de France, l'on rencontre généralement beaucoup de mollusques sur les côtes calcaires et surtout sur celles qui sont granitiques. Dans les mers Britanniques, ils abon-

dent entre le pays de Galles et l'Irlande, autour de l'Écosse et autour du Cornouailles; mais ces côtes sont formées de granites ou bien de schistes cristallins et paléozoïques; elles contiennent donc des alcalis qu'elles perdent par dissolution, à mesure qu'elles se détruisent et se décomposent, en sorte qu'elles peuvent dégager la chaux de l'eau de mer, et faciliter par cela même la production du têt des mollusques.

En résumé, le plateau sous-marin qui porte les Iles-Britanniques reçoit d'abondants dépôts qui proviennent de sa destruction ainsi que de l'action exercée sur ces îles par la mer et par l'atmosphère. Le sable est de beaucoup le plus important et celui qui couvre la plus grande surface. Mais les mers Britanniques présentent aussi de vastes étendues qui ne reçoivent pas de dépôts, et leur fond est alors formé par des roches qui sont antérieures à notre époque. Tantôt ces roches sont pierreuses, tantôt elles sont meubles. Parmi ces dernières, il faut citer les galets et les graviers qui se trouvent à des profondeurs trop grandes pour y avoir été entraînés par les mers actuelles; il faut citer également les plages de vase, qui se montrent au contraire dans les eaux fortement agitées. Ces roches meubles présentent d'ailleurs des formes qui sont complétement indépendantes de la puissance et de la direction des courants, ainsi que de l'orographie sous-marine. Antérieures à l'époque actuelle, elles ont seulement été dégradées ou remaniées sur place par la mer, et l'on peut souvent retrouver leur origine en étudiant la géologie des Iles-Britanniques. »

M. Chardon adresse le dessin et la description d'une locomotive d'un nouveau système.

Le Mémoire sera renvoyé à la Commission des Chemins de fer : cette Commission ayant été réduite à trois Membres par le décès de MM. Clapeyron et Poncelet, deux Membres nouveaux, MM. Morin et Combes, voudront bien s'y adjoindre. La Commission se composera ainsi de MM. Dupin, Séguier, Piobert, Morin et Combes.

M. Jullien adresse une Note concernant le dégagement de l'oxyde de carbone par les poêles de fonte, et les propriétés des fontes de diverses espèces.

(Renvoi à la Commission nommée pour la question des poêles de fonte.)

M. Boutigny adresse une Note concernant « l'inutilité et le danger de la clef dans la disposition actuelle des poêles ». Cette Note contient, en

outre, quelques détails concernant le meilleur mode d'agencement des tuyaux des poêles.

(Renvoi à la Commission nommée pour la question des poêles de fonte.)

M. Bellenger adresse un Mémoire sur « La prophylaxie ou préservation rationnelle de la rage humaine ».

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

CORRESPONDANCE.

« **M. le Ministre de la Maison de l'Empereur et des Beaux-Arts** transmet à l'Académie un Rapport, fait par *M. Lefuel*, architecte de l'Empereur, au sujet des paratonnerres qui sont placés sur les combles des palais des Tuileries et du Louvre. M. le Ministre exprime le désir que ce travail soit examiné par la Commission qui s'est déjà occupée de la rédaction des instructions relatives aux paratonnerres des magasins à poudre, instructions qui ont été approuvées par l'Académie le 14 mai dernier; le Rapport que ferait cette Commission pourrait servir de règle pour les changements à introduire dans les dispositions actuelles.

» M. le Ministre informe d'ailleurs l'Académie qu'il a adressé une Lettre circulaire à tous les architectes qui sont attachés à la liste civile impériale, pour provoquer de leur part un Rapport semblable sur les paratonnerres des bâtiments dépendant de leur agence. »

La Lettre de M. le Ministre, avec le plan des combles du Louvre et des Tuileries qui y est joint, sera renvoyée à la Commission.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les vingt-quatre numéros qui forment les deux premiers volumes du « Bulletin météorologique de l'Observatoire du Collége Charles-Albert, de Moncalieri ». Cette publication est adressée à l'Académie par *M. Denza*.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les nombres d'Euler*. Note de **M. E. Catalan**, présentée par M. Delaunay.

« I. Si l'on suppose

$$\frac{1}{\cos x} = \sum_0^\infty \frac{E_{2n}}{\Gamma(2n+1)} x^{2n},$$

on trouve

$$E_0 = 1,\quad E_2 = 1,\quad E_4 = 5,\quad E_6 = 61,\quad E_8 = 1385, \ldots,$$

puis (*)

$$E_{2n} - \frac{2n(2n-1)}{1.2} E_{2n-2} + \frac{2n(2n-1)(2n-2)(2n-3)}{1.2.3.4} E_{2n-4} - \ldots \pm \frac{2n(2n-1)}{1.2} E_2 \mp E_0 = 0.$$

Les nombres *entiers* E sont appelés, par M. Sylvester, *nombres d'Euler* (**). De la relation précédente, on conclut aisément qu'ils ont la forme $4k+1$.

» II. Dans un *Mémoire sur les nombres de Bernoulli et d'Euler* (***), j'ai démontré la relation

(A) $$E_{2n} = 4^{n+1} \int_0^\infty \frac{\alpha^{2n}\, d\alpha}{e^{\pi\alpha} + e^{-\pi\alpha}},$$

analogue à la célèbre formule de Plana :

(B) $$B_{2n-1} = \pm 4n \int_0^\infty \frac{\alpha^{2n-1}\, d\alpha}{e^{2\pi\alpha} - 1}.$$

» III. On sait que cette dernière formule donne aisément

$$\sum_0^\infty \frac{1}{p^2} = \frac{2 B_1 \pi^2}{\Gamma(3)},\quad \sum_0^\infty \frac{1}{p^4} = -\frac{2^3 B_3 \pi^4}{\Gamma(5)},\quad \sum_0^\infty \frac{1}{p^6} = \frac{2^5 B_5 \pi^6}{\Gamma(7)}, \ldots$$

De même, si l'on remplace (A) par

$$E_{2n} = \frac{4^{n+1}}{\pi^{2n+1}} \int_0^\infty \frac{t^{2n}\, dt}{e^t + e^{-t}},$$

que l'on développe $\frac{1}{e^t + e^{-t}}$, puis qu'on intègre chaque terme, on trouve la relation générale

(C) $$\frac{1}{1^{2n+1}} - \frac{1}{3^{2n+1}} + \frac{1}{5^{2n+1}} - \frac{1}{7^{2n+1}} + \cdots = \frac{\pi^{2n+1} E_{2n}}{4^{n+1} \Gamma(2n+1)},$$

laquelle n'avait peut-être pas été remarquée. Lorsque $n = 0$, cette relation se réduit à la formule de Leibnitz; et, lorsque $n = 1$, elle devient

$$\frac{1}{1^3} - \frac{1}{3^3} + \frac{1}{5^3} - \cdots = \frac{\pi^3}{32},$$

formule connue. »

(*) *Comptes rendus*, t. LIV, p. 1033.

(**) *Comptes rendus*, t. LVIII, p. 1108.

(***) *Mémoires de l'Académie de Belgique*, t. XXXVII. — *Mélanges mathématiques*, p. 313.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur une méthode de dosage de l'acide tartrique et de l'acide malique, au moyen du fer, de l'aluminium, du manganèse, etc., et réciproquement.* Note de **M. Juette**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« L'acide tartrique et l'acide malique ont, seuls de tous les acides, la propriété connue de rendre solubles dans les liqueurs alcalines le fer, l'aluminium, le manganèse, etc.

» Du fer peroxydé en dissolution dans une liqueur acide ne contenant ni acide tartrique, ni acide malique, est précipité aussitôt que la liqueur est neutralisée par l'ammoniaque. Si, au contraire, le fer et l'acide tartrique se trouvent dans un rapport déterminé ou si l'acide tartrique est en excès, on obtient, après saturation par l'ammoniaque, un composé tartroferrique ammoniacal, d'une belle couleur rouge, qui reste soluble dans la liqueur alcaline ou acide, pourvu qu'elle ne contienne aucun des oxydes des métaux alcalino-terreux.

» L'étude de ce phénomène m'a conduit à une méthode de dosage au centième, soit des acides tartrique et malique au moyen d'une dissolution titrée de fer ou d'aluminium, soit de ces mêmes métaux avec une dissolution titrée d'acide tartrique cristallisé.

» On dissout un poids connu de fer pur dans l'acide azotique, que l'on étend d'eau distillée pour faire une liqueur titrée contenant 0,001 ou 0,002 de fer. Si à la dissolution de 100 milligrammes de fer on ajoute $45^{\text{milligr}},5$ d'acide tartrique, ou toute quantité supérieure, puis 1 ou 2 centimètres cubes d'ammoniaque ordinaire pour rendre la liqueur très-nettement alcaline, on obtient, après avoir agité énergiquement, une liqueur rouge, d'abord louche, qui, abandonnée à elle-même, devient ensuite et se maintient limpide. Si, au contraire, à 100 milligrammes de fer on ajoute 45 milligrammes d'acide tartrique ou toute quantité supérieure, puis de l'ammoniaque en excès, etc., la liqueur, d'abord louche, laisse déposer le précipité si caractéristique de peroxyde de fer.

» Le composé soluble qui se produit dans le cas d'une proportion d'acide tartrique égale ou supérieure à $\frac{45,5}{100}$ persiste en présence des acides, des alcalis et des carbonates alcalins, pourvu qu'ils soient exempts de chaux, en présence des sels ammoniacaux, de l'alcool, de l'éther, etc.

» Le fer est presque entièrement précipité quand on chauffe à l'ébullition, ou quelques heures après qu'on a ajouté à la liqueur de l'eau ordinaire contenant des sels calcaires.

» Dans la pratique, on dissout dans l'eau acidulée $0^{gr},455$ de la matière à essayer; on étend d'eau pour faire un volume déterminé, par exemple 100 centimètres cubes; on prélève 10 centimètres cubes, et suivant que la matière contient 1, 2, 3,..., *n* centièmes d'acide tartrique, on peut ajouter 1, 2, 3,..., *n* milligrammes de fer qui reste dissous. On arrive ainsi à avoir très-nettement, dans deux essais, les résultats différents, savoir :

Avec	n	milligrammes de fer...........	Solution limpide;
»	$(n+1)$	»	Précipité.

n est le nombre de centièmes d'acide tartrique que contient la matière.

» Le dosage de l'acide tartrique dans les bitartrates et les tartrates neutres cristallisés donne à $\frac{1}{100}$ près la proportion d'acide tartrique qu'indique la formule.

» J'ai été conduit à cette méthode de dosage direct de l'acide tartrique par la nécessité d'évaluer la richesse des tartrates de chaux artificiels qui proviennent du traitement que nous appliquons depuis deux ans, mon savant ami le Dr E. de Pontevès et moi, aux marcs de raisin et aux vinasses des brûleries. Les marcs plâtrés du Midi nous donnent en moyenne 60 kilogrammes de tartrate brut, contenant de 21 à 25 pour 100, c'est-à-dire de 12 à 15 kilogrammes d'acide tartrique. L'acide tartrique des vins soumis à la distillation était complétement perdu et jeté dans les vinasses; nous en retirons plus des $\frac{5}{10}$ dans le produit brut assez pur pour être soumis au traitement ordinaire en vue de l'extraction de l'acide.

» Pour les vins et le cidre, on opère, dans chaque essai, sur une quantité cent fois plus grande, en mesurant $45^{cc},5$, étendant le volume à 100 centimètres cubes et prélevant 10 centimètres cubes pour chaque essai. On obtient ainsi le nombre de $\frac{10}{1000}$ ou le nombre de décigrammes d'acide tartrique contenu par litre.

» On n'a point à se préoccuper de la coloration des vins rouges : les résultats sont plus nets si l'on a précipité la chaux. Cette opération préalable devient nécessaire dans l'analyse du cidre.

» Si les deux acides tartrique et malique existent à la fois dans le vin ou le cidre, l'essai permet de les évaluer ensemble en acide tartrique.

» La méthode permet de résoudre les questions de physiologie relatives aux variations de l'acide tartrique dans le raisin jusqu'à la maturation et dans le vin fait aux divers âges ou dans le cas des maladies dont ces variations sont les symptômes.

» En renversant l'application de la méthode, on dose le fer, au centième,

au moyen d'une dissolution titrée d'acide tartrique; 100 milligrammes d'acide rendent solubles $0^{gr},2197$. On dissout $2^{gr},197$ de la matière, on étend la liqueur à 100 centimètres cubes, et prélevant 10 centimètres cubes, on cherche le plus petit nombre n de milligrammes d'acide pouvant dissoudre le fer.

» La méthode donne bien en effet le centième quand on l'applique au sulfate de fer cristallisé.

» Enfin la méthode s'applique à l'aluminium, au manganèse, au chrome, à tous les métaux qui, comme le fer, présentent la propriété de n'être solubles dans une liqueur ammoniacale qu'en présence de quantités déterminées d'acide tartrique ou malique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches chimiques sur le café torréfié.* Note de **M. J. Personne**, présentée par M. Bussy.

« Les transformations que la chaleur fait éprouver aux principes contenus dans le café ont été peu étudiées et sont jusqu'ici peu connues. Nous savons seulement, par les travaux de MM. Boutron et Fremy, d'une part, et de M. Payen, de l'autre, que le corps brun amer et le principe aromatique (*caféone*) prennent naissance par la décomposition de la partie du café qui est soluble dans l'eau : en effet, du café vert, épuisé par l'eau, puis torréfié, ne cède à l'eau ni corps amer ni produit aromatique. On sait, en outre, qu'une grande partie de la caféine disparaît pendant la torréfaction, et l'on a admis qu'elle était entraînée par les produits volatils qui prennent naissance pendant cette opération.

» En cherchant à extraire et à doser la caféine dans le café torréfié, j'ai pu vérifier que, si de la caféine est entraînée avec les produits volatils, la quantité en est à peine appréciable à la balance et ne peut expliquer la perte considérable qui se produit pendant la torréfaction, opérée dans les meilleures conditions. Cette perte a été trouvée, par expérience, de près de moitié de son poids : ainsi, du café vert, qui avait donné $1^{gr},45$ de caféine pour 100, n'en a plus fourni que 0,65 pour 100 après la torréfaction. Il m'a été permis en outre de constater que la caféine disparue s'est décomposée, en fournissant de la *méthylamine* dont on trouve une petite quantité dans les produits volatils condensés; mais la majeure partie reste dans le café torréfié, d'où il est facile de l'éliminer à l'aide d'un alcali fixe.

» Comment la caféine peut-elle produire de la *méthylamine* en se décomposant pendant la torréfaction? Et d'abord, est-ce bien elle qui engendre cet alcali?

» La caféine pure, soumise à l'action de la chaleur, en faisant passer sa vapeur dans un tube chauffé environ à + 300° (1) et plein de fragments de pierre ponce pour mettre obstacle à la vapeur, résiste presque complétement à la décomposition; la petite quantité qui se décompose ne donne, comme produit caractéristique, que du *cyanogène*. La nature de cette décomposition était, du reste, facile à prévoir : la composition de la caféine, $C^{16}H^{10}Az^4O^4$, démontre d'une manière évidente que l'azote ne peut y rencontrer la quantité d'hydrogène nécessaire à sa transformation en *méthylamine*, C^2H^5Az. Pour que la caféine puisse donner naissance à cette base, il faut qu'elle soit placée dans des conditions telles, qu'elle rencontre de l'hydrogène naissant. C'est, du reste, ce qui résulte des expériences de M. Wurtz, qui a produit de la *méthylamine* en chauffant la caféine avec une dissolution très-concentrée de potasse.

» Mais dans le café, les alcalis sont loin d'être à l'état de liberté, puisque tous les produits, fixes et volatils, obtenus par la torréfaction, sont acides. La présence des alcalis, comme la potasse et la chaux, ne peuvent, dans ces conditions, expliquer le phénomène.

» L'analyse du café, faite par M. Payen, fait voir que si la *caféine* s'y trouve à l'état de liberté, la majeure partie y existe engagée dans une combinaison avec le tannin du café, et formant un sel double avec la potasse, que ce savant a isolé et étudié sous le nom de *chloroginate de potasse et de caféine*. Il m'est venu à la pensée que ce tannin pourrait bien fournir, par sa décomposition, l'hydrogène nécessaire pour produire la *méthylamine*. N'ayant pas à ma disposition le sel double de M. Payen, je pensai qu'en plaçant la *caféine* dans des conditions présentant une certaine analogie avec ce sel ou avec l'état dans lequel elle se trouve dans le café, je pourrais résoudre cette question.

» Dans ce but, j'ai préparé du tannate de caféine avec le tannin de la noix de galle, et, après l'avoir séché, je l'ai soumis à l'action de la chaleur dans une petite cornue, munie d'un récipient. L'action de la chaleur sur ce tannate de caféine présente une certaine analogie avec celle que M. Payen a observée en chauffant le chloroginate de caféine; la matière éprouve d'abord un commencement de fusion, puis se tuméfie considérablement jusqu'à + 250, 300°. Les vapeurs qui s'en dégagent laissent condenser

---

(1) La température nécessaire à la torréfaction du café est bien inférieure à + 300°; elle ne dépasse pas, comme je m'en suis assuré, + 275° pour le café vert (Porto-Rico), et + 250 à 255° pour le café jaune (Java).

de fines aiguilles de caféine inaltérée, mais en petite quantité; le produit principal qui se forme, c'est de la méthylamine, qui se rencontre, comme pour le café, en petite quantité dans les produits condensés, et surtout dans le résidu de la cornue. Parmi les produits volatils, on constate la présence d'un corps qui offre une certaine analogie d'odeur avec celle du café torréfié, mais qui est loin d'être aussi agréable. Les résultats positifs de cette expérience prouvent que c'est bien au tannin du café que la caféine emprunte l'hydrogène nécessaire à son dédoublement en *méthylamine*, et probablement en un autre corps encore inconnu.

» Il est facile d'extraire la *méthylamine* du café torréfié en distillant l'extrait aqueux de café, fait à froid, avec de la chaux ou de la magnésie : les alcalis forts, comme la potasse et la soude, doivent être exclus, car, provoquant eux-mêmes le dédoublement de la portion de caféine qui pourrait exister encore dans le café torréfié, le rendement deviendrait trop fort. La liqueur alcaline obtenue, étant saturée par l'acide chlorhydrique, est évaporée à siccité, et le résidu traité par l'alcool absolu. Après plusieurs évaporations et traitements successifs par l'alcool, on obtient le chlorhydrate de méthylamine dans un assez grand état de pureté. La *méthylamine* a été isolée en assez grande quantité pour bien la caractériser par ses propriétés physiques et chimiques et par le dosage du platine de son chloroplatinate, qui a donné : 1° 41,25, 2° 41,48 de platine; la formule exige 41,68.

» Il résulte donc de ces recherches que la caféine se dédouble pendant la torréfaction du café en produisant de la *méthylamine*, et que cette base existe en quantité appréciable dans le café torréfié.

» Je signalerai, en terminant, la propriété que possèdent le sulfure de carbone et la benzine de dissoudre facilement la caféine à chaud, fait qui, je crois, n'a pas encore été signalé. Le pouvoir dissolvant de la benzine, surtout, est tel, que ce véhicule peut être utilement employé pour obtenir la caféine dans un grand état de pureté. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la nature et la fonction des* microzymas (*granulations moléculaires*) *du foie; par* **MM. A. Béchamp** et **A. Estor.**

« La fonction du foie, en tant qu'appareil glandulaire, est suffisamment connue. Au point de vue de la glucogénie notamment, il a été établi par M. Bernard que la fonction de cette glande est de produire et d'emmagasiner de la matière glucogène, pour la transformer peu à peu en glucose. La matière glucogène n'est autre chose que de la fécule dans un état particu-

lier de solubilité, voisin de celui que M. Béchamp a fait connaître sous le nom de *fécule soluble*.

» Mais dans quelle portion de la glande siége la fonction glucogénique? Mais par quel mécanisme la fécule devient-elle glucose dans le foie? Si c'est par l'action d'une zymase, quelle partie du foie est capable de la produire? Telles sont les questions délicates que nous nous sommes proposé de résoudre. En attendant que nous puissions répondre synthétiquement à l'ensemble du problème, nous avons abordé la partie qui se prête le plus facilement à l'analyse.

» Une zymase, ou ferment soluble, est toujours le produit de l'activité d'une cellule ou d'un groupe de cellules vivantes. Spontanément, aucune matière albuminoïde ou autre ne devient une zymase, ou n'acquiert les propriétés des zymases; partout où celles-ci apparaissent, on est sûr de trouver quelque chose d'organisé. L'un de nous a, dans plusieurs circonstances, expérimentalement exposé ses idées à cet égard, et, avec M. Saint-Pierre, nous avons montré que, dans la bouche, ce sont les organismes de Leuwenhoeck (bactéries, granulations moléculaires) qui sont chargés de produire la sialozymase (diastase salivaire) avec les produits des salives parotidienne et autres.

» Lorsque l'on ne voit dans un milieu fermentant que des granulations moléculaires, comme dans les vins qui vieillissent, dans la craie mise en contact avec une solution de sucre de canne ou avec de l'empois d'amidon, on est en droit d'affirmer que ces granulations moléculaires sont les agents ou la cause des transformations observées; en un mot, ce sont elles qui, se faisant leur milieu, opèrent la transformation successive de la matière. Ces granulations moléculaires, M. Béchamp les a appelées *microzyma;* il les a supposées organisées, vivantes, capables de pulluler, et il a démontré leur nature organique. Des granulations moléculaires d'une forme et d'une mobilité en apparence identiques à celles des microzymas de la craie et du vin existent dans tous les tissus des êtres organisés, souvent même *ab ovo;* dans toutes les cellules, dans le virus syphilitique, dans le pus comme dans le virus vaccin. Rien ne s'oppose à ce qu'on leur donne le nom générique de *microzymas*. Ce nom n'engage à rien : le naturaliste ne saurait les distinguer par une description; mais le chimiste, et aussi le physiologiste (M. Chauveau vient de le démontrer) les caractérisent par leur fonction.

» Nous appelons donc *microzymas du foie* les corpuscules mobiles que les auteurs appellent *granulations moléculaires*. Ces microzymas sont des éléments constants des cellules hépatiques.

» *Nature des microzymas du foie.* — Les auteurs les considèrent parfois comme des granulations graisseuses; quelques-uns, se taisant sur leur nature, se bornent à les représenter comme doués d'un mouvement Brownien très-vif. Ce mouvement leur appartient en propre. Pour les apercevoir distinctement, il faut un grossissement de près de 600 diamètres. Ils sont insolubles dans l'acide acétique et dans la potasse caustique au dixième, ce qui exclut leur nature albumineuse et graisseuse (1). L'eau ne ne les attire en aucune façon, même après plusieurs jours de contact : ils sont en quelque sorte imputrescibles.

» *Manière d'isoler les granulations moléculaires du foie.* — Voici comment nous les isolons. On enlève le foie à un animal, soit à jeun, soit en digestion, on place une canule dans une des branches principales de la veine-porte, et pendant deux heures on y fait passer un courant d'eau continu; ensuite on injecte par la même voie un litre d'eau distillée créosotée (10 gouttes de créosote par litre). Le foie est alors réduit en pulpe par le râclage; la pulpe est placée dans un nouet, et malaxée dans de l'eau légèrement créosotée. Les microzymas et les cellules non rompues traversent les mailles du linge. Le liquide trouble est abandonné au repos; les cellules se déposent, ainsi que les noyaux libres; les microzymas restent en suspension. On décante, et, par l'examen au microscope, on s'assure qu'ils existent seuls dans le milieu en expérience. Au bout de vingt-quatre heures, il s'en dépose assez pour que, malgré leur petitesse, ils puissent être recueillis en assez grande quantité sur un filtre à tissu serré. Lorsque l'eau de lavage ne contient plus de matière albuminoïde précipitable par un volume triple d'alcool à 90 degrés centésimaux, le lavage est considéré comme terminé. Après ces longs traitements, ils ont été de nouveau examinés; ils n'avaient subi aucune altération, leur mobilité était toujours aussi grande et rien d'étranger ne les accompagnait (2).

» *Action des microzymas du foie sur la fécule.* — Les microzymas du foie fluidifient l'empois de fécule et ne le saccharifient point. Nous avons introduit environ 4 centimètres cubes de bouillie formée de microzymas et d'eau dans 240 centimètres cubes d'empois contenant 6 grammes de fécule. Moins d'une heure après, la température étant de 30 à 40 degrés, la fluidi-

(1) Il y a des granulations moléculaires, dans d'autres organismes, qui sont solubles à la fois dans l'acide acétique et dans la potasse.

(2) Cette marche est celle que nous avons suivie pour l'étude des microzymas, etc., de la bouche.

fication de l'empois était complète. L'examen microscopique nous montre les microzymas intacts et leur mobilité aussi grande qu'auparavant. Cette expérience, répétée plusieurs fois, avec des mycrozymas de foies de chien, de lapin, à jeun ou en digestion, a toujours conduit au même résultat. Vingt-quatre heures, quarante-huit heures après, on constatait encore qu'il ne s'était formé que des traces de glucose ou de dextrine; la plus grande partie de la fécule transformée était de la fécule soluble bleuissant par l'iode. Nous avons cherché pourquoi les microzymas du foie n'opèrent pas la saccharification de la fécule.

» *Action de la pulpe du foie sur la fécule.* — Plusieurs expériences nous ont démontré que la pulpe de foie de chien ou de lapin, à jeun, ou en digestion, agit avec énergie et rapidité sur l'empois de fécule. Le foie étant râclé, la pulpe lavée par décantation, on en introduisait quelques centimètres cubes dans 240 grammes d'empois préparé comme ci-dessus : quelques minutes ont suffi pour opérer la fluidification, et après quelques heures il était facile de constater la formation de notables quantités de glucose.

» *Remarque.* — La pulpe du foie était essayée; elle ne contenait pas de sucre. Nous nous sommes assurés, par des expériences témoins, que la fluidification de l'empois ne pouvait être attribuée à des causes étrangères, comme présence de matières albuminoïdes, organismes venus de l'air, à l'abri de l'influence desquels la créosote nous mettait d'ailleurs. D'un autre côté, il suffit de porter les microzymas ou la pulpe à une température voisine de 100 degrés, pour que l'empois conserve sa consistance pendant plusieurs jours, bien que, à dessein, le contact de l'air n'eût pas été évité.

» Ainsi, les microzymas du foie opèrent la fluidification de la fécule et ne la saccharifient point; et s'ils opèrent la liquéfaction de l'empois avec une rapidité moins grande que la pulpe, à quoi cela tient-il? Cette différence peut se concevoir : c'est que dans la pulpe les cellules du foie renferment encore le produit de l'activité des microzymas qu'elles contenaient, et c'est la zymase engendrée par eux qui saccharifie la fécule; or cette zymase, ils ne peuvent la former qu'avec les matériaux albuminoïdes de la cellule (1). Il faut remarquer, en effet, que les microzymas, dans nos expé-

(1) Les matières solubles du foie lavé et réduit en pulpe contiennent en effet, après la rupture des cellules, une zymase qui est capable de fluidifier et de saccharifier l'empois. Dans le foie non lavé, elle paraît exister en plus grande quantité. La zymase du foie se prépare de la même manière que la néfrozymase et la zymase de la levûre ou la diastase.

riences, sont dans une situation anormale; leur milieu naturel, c'est précisément la cellule. Néanmoins, puisque la fécule, dans l'empois, et les microzymas sont également insolubles, la réaction observée ne peut s'opérer et se concevoir que par la production d'un principe soluble, une zymase engendrée, sécrétée par ces microzymas.

» Il ressort donc de nos expériences les conséquences suivantes :

» 1° Les microzymas du foie (granulations moléculaires) sont imputrescibles; ils sont insolubles dans l'acide acétique et dans la potasse au dixième; ils sont doués d'une mobilité qui leur est propre, et qui persiste même dans les liqueurs visqueuses où ils se trouvent dans nos essais.

» 2° Ils fluidifient l'empois avec rapidité, et produisent de la fécule soluble.

» 3° S'ils ne saccharifient pas la fécule dans nos expériences, comme ils la saccharifient dans le foie, cela tient aux circonstances anormales dans lesquelles ils se trouvent; ils ont besoin pour la formation du glucose de leur milieu propre, c'est-à-dire de la cellule, avec les matières albuminoïdes de laquelle ils produisent le ferment soluble qui est l'agent de la saccharification. Et ces faits sont conformes à une foule d'autres observations démontrées par l'expérience. »

PHYSIOLOGIE. — *Statique de la lumière dans les phénomènes de la vie des végétaux et des animaux; par* **M. Dubrunfaut.**

« La simple interprétation logique des faits révélés par les expériences de MM. Gratiolet, Cloëz et Cailletet nous a permis d'attribuer exclusivement aux rayons rouges du spectre lumineux l'importante fonction physiologique qu'accomplit la lumière solaire dans l'acte de la végétation. Les feuilles exécutent là une véritable analyse de la lumière blanche; elles s'approprient sous une forme inconnue les rayons rouges, et elles refusent d'absorber les rayons verts, qui forment le complément physique de la lumière absorbée; ainsi se comprennent et s'expliquent les colorations sous lesquelles nous apparaissent les organes des végétaux, qui ont la faculté de dissocier l'acide carbonique. En considérant que les plantes éclairées par la lumière verte se trouvent dans les conditions d'une complète privation de lumière, on est autorisé à croire qu'elles accompliraient sous la seule influence de la lumière rouge les phases de la végétation, qu'elles parcourent habituellement pendant la période vitale active de leurs feuilles. On peut croire encore que la maladie connue sous le nom d'*étiolement,* qui affecte les végétaux privés de lumière, ne se développerait

pas sous l'influence de la lumière rouge, et qu'elle se développerait au contraire avec toute son énergie sous l'influence des rayons verts. C'est ce que l'expérience pourra vérifier. En attendant cette vérification, dont le résultat ne laisse pas de doutes dans l'esprit en présence de tous les faits connus, qu'il nous soit permis de rappeler l'attention des physiologistes sur une propriété de même ordre qui intéresse à un haut degré la santé et la vie de l'homme et des animaux.

» On connaît, en effet, l'influence salutaire de la lumière sur l'organisme animal, et l'on a des exemples nombreux de maladies, d'infirmités ou d'accidents divers, que peut produire la privation de la lumière. Telles sont les maladies qui atteignent les mineurs, les marins de la cale des navires, les ouvriers des manufactures mal éclairées, les habitants des caves, des rez-de-chaussée ou des rues étroites. On connaît aussi les importantes observations de M. Edwards sur les batraciens et celles de Humboldt sur la vigueur des populations des régions équinoxiales. Ces populations à peau rouge, à formes musculeuses et arrondies, reçoivent directement l'influence bienfaisante de la lumière sur leurs corps entièrement nus. N'offrent-elles pas ainsi une propriété, quant à la lumière, inverse de celle qui a été constatée dans les végétaux? et leurs peaux vivifiées par un sang largement hématosé n'accusent-elles pas par leur couleur le besoin de rayons verts? En effet, en appliquant à la peau vivante et rouge des hommes et des animaux bien portants, qui vivent sous l'influence de la lumière, l'interprétation que nous avons donnée à la coloration verte des feuilles, on est disposé à croire que les rayons verts refusés par les végétaux comme étant impropres à leurs fonctions assimilatrices sont au contraire ceux qui accomplissent les mêmes fonctions dans l'organisme animal. Ainsi s'étendraient à une fonction physique importante les conditions d'équilibre statique qui ont été mises en évidence par d'illustres savants pour les phénomènes chimiques qu'on observe dans les êtres organisés (1). La chlorophyle et les globules sanguins n'offrent-ils pas les deux grands pivots de la vie organique des végétaux et des animaux; et les conditions de leur formation, en apparence similaires, ne sont-elles pas bien distinctes et bien définies par leurs modes d'être si différents vis-à-vis du stimulus lumineux? Il est donc parfaitement légitime de conclure de tous les faits connus et bien observés, que la lumière blanche du soleil, qui est indispensable à la vie normale des végétaux et des animaux, se partage sous leurs influences

---

(1) *Essai de statique chimique des êtres organisés*, par MM. Dumas et Boussingault.

propres en deux faisceaux complémentaires, qui sont absorbés pour les besoins des fonctions assimilatrices.

» Est-il nécessaire d'insister sur l'importance de ce mode d'interprétation de faits si vulgaires et si usuels? Est-il utile de signaler les applications qui en découlent pour l'hygiène, pour la thérapeutique, pour l'art de se vêtir, de se loger, etc.? Les tentures rouges ne doivent-elles pas être proscrites de nos ameublements, les rideaux exceptés? Les étoffes vertes ne doivent-elles pas subir la même proscription dans la confection de ces écrans qui constituent nos vêtements? Inversement, le vert ne devrait-il pas être la couleur privilégiée des étoffes, des papiers ou des peintures, qui décorent nos appartements et nos habitations? Le rouge au contraire ne devrait-il pas être la couleur imposée aux étoffes de nos vêtements et aux rideaux de nos croisées? La salubrité des bois en été ne serait-elle pas due bien plutôt à une influence lumineuse qu'à la qualité de l'air? Là, en effet, le corps de l'homme est placé pendant le jour dans un véritable bain de lumière verte, admirablement servi par le feuillage des arbres.

» Avant que notre attention fût appelée sur l'influence particulière qu'exercent les rayons de réfrangibilité simple sur les phénomènes de la vie, nous avions eu l'occasion de constater expérimentalement des effets hygiéniques prodigieux, que nous n'avons pas hésité à attribuer à la lumière solaire. Ainsi nous avions vu un sujet maladif et débile se refaire une constitution, par une simple exposition longtemps prolongée à la lumière du jour au milieu d'un jardin sans ombrages ni abris. Nous avions vu aussi quatre jeunes enfants, rendus presque chlorotiques par les habitations malsaines de Paris, recouvrer en quelques semaines une santé vigoureuse et un sang bien hématosé par l'habitation des sables sur le bord de la mer dans les beaux jours de l'automne. Les enfants en partie nus passaient toute la journée à jouer sur le sable, sous l'action bienfaisante de la lumière solaire, et depuis cette observation il nous est resté dans l'esprit cette conviction profonde que l'air de la campagne et l'air de la mer recommandés aux enfants maladifs et rachitiques n'ont une fonction bien efficace que parce qu'ils sont accompagnés invariablement de l'influence bienfaisante sans égale et trop souvent négligée de la lumière (1).

» Le même mode d'interprétation des phénomènes lumineux peut s'ap-

(1) On doit sans doute attendre de merveilleux résultats de l'établissement qui se forme en ce moment sur le bord de la mer pour l'éducation des jeunes enfants, dont la naissance a été de tous points mal environnée. Cette création, fondée sous les auspices d'une haute

pliquer à l'explication des faits observés dans toutes les conditions où la lumière manifeste des actions physiques, chimiques ou mécaniques bien perceptibles. Ainsi nous croyons qu'on peut expliquer par cette méthode tous les faits de phosphorescence, de fluorescence, de photogénie et d'altération des produits colorés. Les phénomènes de contrastes successifs et simultanés, si savamment étudiés par M. Chevreul, peuvent aussi recevoir des explications plus précises de ce mode d'interprétation des faits. Nous en ferons l'objet d'autres communications. »

GÉOLOGIE. — *Sur une coupe des Petites Pyrénées de l'Ariége.* Note de **M. H. Magnan**, présentée par M. Daubrée.

« Il y a quelques mois, en annonçant à la Société géologique de France (1) que je venais de découvrir dans les Corbières et dans la partie sud-ouest de l'Hérault, le Trias, la zone à *Avicula contorta*, les divers termes du Lias et l'Oolithe, je disais :

« Les Corbières ont leur trias et leur lias constitués à peu de chose près » comme partout, comme dans le nord de la France, comme dans la ré» gion Alpine, comme sur les bords du plateau central. Les fossiles s'y » montrent plus ou moins. Je suis presque assuré que les Pyrénées ne » feront pas tache au tableau : leurs couches laissent déjà lire dans l'Ariége » qu'elles veulent rentrer dans la loi commune. »

» Je viens de parcourir une région ou j'ai pu faire une coupe qui confirme ces dires de la manière la plus complète. Cette région est comprise entre le massif de Riverenert, au sud de Saint-Girons, et Cazères sur la Garonne; elle constitue ce qu'on peut appeler les *Petites Pyrénées de l'Ariége*.

» En suivant la route qui de Cazères va à Saint-Girons (30 kilomètres), par Saint-Michel, Fabas, Tourtouse, Taurignan-Vieux et Saint-Lizier, et en remontant la rive droite du Salat jusqu'à Lacourt, on marchera, à peu près, du nord au sud, en coupant successivement, presque perpendiculairement à la direction des couches, les terrains que nous allons indiquer, qui se divisent en quatre séries *discordantes* l'une par rapport à l'autre. Chacune de ces séries est composée de divers termes *concordants* entre eux :

---

et puissante protection (S. M. l'Impératrice des Français) appelle l'attention bienveillante et éclairée des amis de l'humanité qui cherchent à appliquer utilement la science et la bienfaisance.

(1) *Bulletin de la Société Géologique*, 2e série, t. XXIV, p. 721.

Première série.

Pliocène (?).
Miocène.

Deuxième série.

Éocène lacustre (Poudingue de Palassou).
Éocène marin (Nummulitique).
Garumnien (Danien).
Craie supérieure (Craie de Maëstricht, Craie senonienne).
Craie moyenne (Turonien et Cénomanien).

Troisième série.

Craie inférieure (Albien, Aptien, Néocomien).
Groupe oolithique (supérieur, moyen et inférieur).
Lias (supérieur, moyen et inférieur).
Infra-lias.
Trias (Marnes irisées, Muschelkalk, Grès bigarré).

Quatrième série.

Transition.
Granit.

» A part le Pliocène (?) et le Miocène de la plaine (première série) qui sont horizontaux, tous les terrains que je viens d'énumérer ont été fortement relevés. Les couches relativement récentes, appartenant à la deuxième série, sont très-disloquées; elles se courbent en voûte entre Saint-Michel et Tourtouse. Ce dernier village est assis sur une faille d'une étendue considérable, dirigée ouest quelques degrés nord, qui met en contact l'Éocène lacustre *normal*, avec l'Éocène à Nummulites, *renversé* sous le Garumnien et la craie supérieure. Une deuxième faille, aussi importante que la première, fait apparaître à Félade le Cénomanien, surmonté non loin par le Turonien très-ondulé, qui s'appuie avant Taurignan-Vieux, par discordance, contre la craie inférieure. A partir de ce village ou plutôt de l'escarpement qui domine l'église de Gajan, se développe la troisième série. Bien moins tourmentée que la précédente, les terrains qui la composent, à part une ou deux ondulations, plongent constamment au nord. La craie inférieure s'étend jusqu'à Saint-Lizier. Au delà, elle est suivie en *concordance* par le groupe oolithique, le Lias, l'Infra-lias et le Trias. Celui-ci bute par faille contre le massif de transition, très-heurté, de Riverenert, rangé dans la quatrième série.

» Je vais donner maintenant un aperçu de la puissance et de la composition de ces divers terrains.

» Le Pliocène (?) est formé de nombreux cailloux quartzeux qui reposent sur une argile jaunâtre.

» Le Miocène, marno-sableux, caillouteux au contact de l'Éocène, renferme dans l'Ariége et dans la Haute-Garonne, de nombreux débris de *Mastodon* et de *Dinotherium*.

» L'Éocène se divise en deux : le Poudingue de Palassou, d'origine fluvio-lacustre, et le Nummulitique. Le premier se compose de marnes jaunâtres, de grès et de poudingues à éléments presque exclusivement calcaires. Sa puissance est considérable; elle atteint vers l'est, au moins 1000 mètres. Il est caractérisé dans l'Ariége et dans l'Aude, par les *Lophiodon*, les *Palæotherium* et par les mollusques que M. Noulet a en partie décrits. Le second, le Nummulitique, ne dépasse guère 150 mètres. Des grès à empreintes végétales, des calcaires à *Operculina ammonea*, des marnes bleues et des calcaires compactes à *Milliolites*, entrent dans sa composition.

» Le Garumnien de mon savant maître M. Leymerie (Danien) a environ 200 à 300 mètres d'épaisseur; il se divise en trois parties : la supérieure, marneuse, contient les fossiles de la *Colonie crétacée d'Ausseing;* la moyenne est formée de calcaires compactes avec silex, renfermant des *Paludines,* des *Lymnées,* des *Cyclostomes;* l'inférieure argileuse, gréseuse, est saumâtre et marine. Ce terrain peut être suivi sans interruption jusque dans l'Aude. Il se développe largement dans l'Hérault et joue un rôle considérable en Provence.

» La Craie supérieure (Craie de Maëstricht, Craie sénonienne), que les beaux travaux de M. Leymerie ont éclairée d'une si vive lumière à Ausseing et à Gensac, se compose de calcaire nankin à *Orbitolites*, *Hemipneustes radiatus*, *Nerita rugosa;* de grès jaunes et d'argiles ligniteuses à *Ostrea vesicularis*. Puissance : 150 mètres.

» La Craie moyenne (Turonienne et Cénomanienne) est formée de grès psammitiques, à *Cyclolites* et *Hippurites*, de schistes terreux, micacés, avec dalles gréseuses à empreintes végétales. La base de l'étage se compose d'un conglomérat très-curieux, sorte de brèche, d'une épaisseur variable, qui a été rangée par mon ami le Dr Garrigou, dans le Turonien. En réalité, ce conglomérat est plus ancien ; il correspond aux couches gréseuses à *Orbitolina concava* des Corbières, de Fouras et de la Provence. C'est un des terrains les plus intéressants des Pyrénées ; il renferme des blocs de toute grosseur peu ou point roulés, formés de roches *antérieures à l'époque cénomanienne* (quelques-uns de ces blocs atteignent plusieurs mètres cubes). On y remarque aussi de nombreux cailloux d'*Ophite*. Ses couches supérieures sont

nettement stratifiées et alternent avec des schistes terreux psammitiques. La puissance de la craie moyenne dépasse en certains points 1000 mètres. Le conglomérat seul a ici au moins 600 mètres.

» La Craie inférieure (Albien, Aptien, Néocomien) est constituée par des calcaires compactes à *Caprolina*, à *Cidaris Pyrenaica;* par des argiles noirâtres contenant *Orbitolina conoidea* et *discoidea*, *Echinospatagus Collegnii*, *Belemnites semicanaliculatus;* par un deuxième calcaire à *Caprolina*, à *Orbitolina* et à *Ostrea macroptera*, suivi de calcaires sans fossiles et d'un troisième horizon de rudistes. Cet étage, dont la puissance dépasse 1500 mètres, forme un grand tout peu divisible. Pourtant la partie inférieure rentre bien certainement dans le Néocomien proprement dit.

» Le groupe oolithique supérieur, moyen et inférieur, est caractérisé par des calcaires et de puissantes couches dolomitiques grises, noirâtres, fétides, souvent à *Nérinées*, alternant avec des schistes de couleur sombre. A la base, dans l'oolithe inférieure, on remarque des calcaires noirs, veinés de blanc, à *Terebratula perovalis*, des calcaires fétides à surfaces brillantes (*Entroques*). L'ensemble de ce groupe dépasse 600 mètres.

» Le Lias montre à la partie supérieure des argiles noirâtres un peu psammitiques, à *Ammonites bifrons*, *Belemnites;* à la partie moyenne, des calcaires marneux, noduleux, remplis de *Pecten*, *Gryphæa Maccullochii*, *Pentacrinites scalaris*, des calcaires fétides et dolomitiques ; à la partie inférieure, des brèches calcaires, des dolomies, des cargneules de teinte jaunâtre à l'extérieur, qui représentent le groupe de la *Gryphæa arcuata*. Épaisseur, 300 mètres.

» L'Infra-lias est formé par de petites couches et plaquettes de calcaire compacte, contenant des fossiles de la zone à *Avicula contorta*. Sa puissance varie entre 25 et 30 mètres.

» Le Trias est complet. Les marnes irisées, gypseuses, se développent largement ; elles renferment de l'*Ophite* en abondance. On peut suivre cette singulière roche sur 30 kilomètres de longueur entre le Salat et Saint-Martin-de-Caralp. Un calcaire compacte, gris, à *encrines*, peu développé, représente le Muschelkalk; il sépare les marnes irisées d'un grès siliceux, rougeâtre, qui appartient au grès bigarré. L'épaisseur de ce groupe est difficile à préciser, parce qu'il bute par faille contre le terrain de transition ; mais l'ensemble doit dépasser 300 mètres.

» Le terrain de transition, beaucoup plus tourmenté, plus ployé que le Trias, est en contact à Lacourt avec le granit.

» On le voit, cette coupe des *Petites Pyrénées de l'Ariége* est très-complète.

C'est la plus expressive que je connaisse; elle nous a laissé voir sous leur vrai jour, *tous les terrains*, à l'exception des formations permienne et houillère qui peut-être existent, puisqu'elles apparaissent dans les Corbières et dans les Basses-Pyrénées, mais qui alors sont ici perdues dans la profondeur; elle nous a montré que ces terrains sont constitués comme partout; elle nous a donné une idée des nombreuses fractures qui ont accidenté nos montagnes et des *renversements* qui en compliquent l'étude.

» Mais ce que je tiens surtout à constater, ce qui ressort de ma coupe et des nombreuses observations, encore inédites que j'ai faites dans les Pyrénées, c'est qu'à *trois époques différentes* ces montagnes ont été bouleversées. Après la période de transition, après l'époque crétacée inférieure, après la formation de l'Éocène, et que ces bouleversements ont été suivis de dénudations et de dépôts détritiques considérables. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la chaleur centrale de la Terre.* Note de M. **Raillard**. (Extrait.)

« On a fait contre l'hypothèse de la fluidité intérieure du globe terrestre une objection qui a paru tellement grave à des savants célèbres, tels que Ampère, Poisson et d'autres, qu'ils ont regardé cette fluidité comme impossible. On a dit : Si la Terre n'est solidifiée qu'à sa surface; si, comme l'assurent les géologues, toute la masse de notre globe est fluide à une profondeur d'un petit nombre de lieues, à cause de l'excessive chaleur qui y règne et qui doit maintenir à l'état de fusion complète tous les éléments, quelque réfractaires qu'ils puissent être, dont cette masse est composée, les actions réunies de la Lune et du Soleil, qui produisent les marées de l'Océan, doivent aussi exercer une influence semblable sur cet autre océan intérieur de matière fluide, et alors l'écorce solide de la Terre devra être soulevée tous les jours deux fois par la réaction puissante de cette vaste marée souterraine. Mais comment cette écorce, dont l'épaisseur, d'après l'estimation commune, ne serait guère que $\frac{1}{500}$ du diamètre de la Terre, comment cette frêle écorce pourra-t-elle résister à des efforts si violents, si souvent répétés? Ne devra-t-elle pas être continuellement brisée, et ses débris pourront-ils jamais se souder avec assez de solidité pour que nous ne soyons pas témoins de perpétuels et effroyables bouleversements. Donc la Terre est nécessairement solide dans toute sa masse, et l'accroissement de température que l'on observe à mesure que l'on descend dans son intérieur doit s'arrêter à une certaine limite et ne pas aller jusqu'à l'incandescence, comme on s'est trop

hâté de le supposer; donc les actions volcaniques sont des phénomènes purement locaux, dus à certaines réactions chimiques d'une grande puissance, et l'on en doit dire autant des tremblements de terre.

» Il me semble d'abord qu'on a beaucoup exagéré les effets que produiraient sur l'écorce de notre globe les marées du vaste océan souterrain supposé incandescent. En admettant même que ces marées soulèvent réellement l'écorce terrestre, par la pression puissante qu'elles exerceraient contre sa surface intérieure, en résultera-t-il nécessairement que cette écorce éprouvera les violentes dislocations dont on a parlé? Je crois qu'il est permis d'en douter. En effet, la plus grande hauteur à laquelle ces marées soulèveraient la surface de la Terre n'arriverait certainement pas en moyenne à 6 mètres. Or le diamètre moyen de la Terre est de plus de 12 millions de mètres. Donc ce diamètre ne serait pas allongé de la millionième partie de sa valeur par l'effet des marées souterraines; et comme cet allongement se ferait d'une manière graduelle et sans soubresauts, sans secousses violentes, il s'ensuit qu'il nous serait impossible de nous en apercevoir. D'où pourraient, en effet, provenir ces secousses? L'allongement du diamètre de la Terre serait évidemment trop faible pour qu'il pût en résulter quelque part une rupture dans la surface solidifiée du globe, car nous ne connaissons pas de substance solide tellement privée d'élasticité qu'elle ne puisse éprouver sans se rompre une flexion proportionnellement aussi faible. Imaginons un anneau de 100 mètres de diamètre et de 2 décimètres d'épaisseur; de quelque matière connue qu'on le suppose composé, il est évident que cet anneau ne se briserait pas sous un effort qui se bornerait à allonger ou à raccourcir son diamètre d'un dixième de millimètre. Or la flexion qu'éprouverait l'écorce terrestre sous l'effort des marées sonterraines serait proportionnellement plus faible. Donc on peut très-bien admettre la possibilité d'une pareille flexion, et sauver ainsi l'hypothèse de la fluidité parfaite de la masse intérieure de notre globe.

» Cette hypothèse a l'avantage de nous faciliter l'explication de beaucoup de faits, tels que l'aplatissement de la Terre, les sources thermales, les éruptions volcaniques, etc. Peut-être même que les marées souterraines ne sont pas sans influence sur le magnétisme terrestre, puisqu'on a remarqué une correspondance entre les variations qu'il éprouve et les positions relatives de la Lune, du Soleil et de la Terre. Ces pressions exercées deux fois par jour contre la surface intérieure de l'écorce terrestre, ces ondulations, ces flexions auxquelles elle est assujettie ne peuvent-elles pas en effet développer de l'électricité? C'est une idée que je soumets au jugement des physiciens... »

L'auteur entre ensuite dans quelques détails, sur la cause qu'il croit devoir attribuer aux éruptions volcaniques et aux tremblements de terre. Cette cause ne serait autre que l'état de dissociation auquel se trouveraient tous les éléments situés dans l'intérieur du globe, à une température qu'il évalue à 5 000 degrés : un refroidissement quelconque, suffisant pour permettre à ces éléments de se reconstituer, devrait donner naissance à des réactions mécaniques d'autant plus violentes que la quantité de matière qui y participerait serait plus considérable. Enfin, selon l'auteur un pareil refroidissement serait le résultat naturel de la communication établie par la cheminée des volcans entre l'intérieur et l'extérieur de l'écorce terrestre.

M. **Élie de Beaumont**, après avoir présenté la Note de M. Raillard, fait observer que l'effet de l'action attractive de la Lune et du Soleil sur la masse fluide intérieure de la Terre ne paraît pas être aussi insensible, pour les habitants de la surface, que l'auteur le suppose. Il rappelle à ce sujet les travaux auxquels M. Alexis Perrey a consacré une partie de sa vie, et particulièrement le Mémoire *sur les Rapports qui peuvent exister entre la fréquence des tremblements de terre et l'âge de la Lune*, Mémoire dans lequel le savant professeur de Dijon établit que, « depuis un demi-siècle, les tremble-» ments de terre sont plus fréquents aux syzygies qu'aux quadratures (1). »

M. J. **Deschamps** écrit à l'Académie pour demander l'ouverture des plis cachetés qui ont été déposés par son père, à diverses reprises.

Ces plis sont au nombre de deux; ils sont ouverts en séance par M. le Secrétaire perpétuel, qui en donne lecture. Ils contiennent les deux Notes suivantes :

1° *Note sur les huiles volatiles contenues dans les eaux-de-vie* (5 juin 1843).

« Lorsque des substances végétales contenant du sucre éprouvent la décomposition connue sous le nom de fermentation, il se forme, outre l'acide carbonique et l'alcool provenant de la métamorphose du sucre, et les corps que le ferment peut produire, des principes qui sont le résultat de la métamorphose des substances végétales qui accompagnent le sucre. Ces principes se reconnaissent presque toujours par une odeur particulière.

---

(1) Rapport sur les travaux de M. Alexis Perrey relatifs aux tremblements de terre. (Commissaires : MM. Liouville, Lamé, Élie de Beaumont rapporteur.) *Comptes rendus*, t. XXXVIII, p. 1038. (Séance du 12 juin 1854.)

» L'on sait que, pendant la fermentation du glucose dans la fabrication de l'eau-de-vie de grains, on trouve toujours, dans l'eau-de-vie, une certaine quantité d'huile volatile qui lui communique une odeur désagréable. On pense que l'huile contenue dans l'eau-de-vie de marc de raisins est de même nature que celle que contient l'eau-de-vie de grains.

» Si l'on cherche à se rendre compte de la fermentation vineuse, on remarque que l'on obtient, en distillant du vin, une eau-de-vie très-agréable si l'on a fait usage d'un appareil ordinaire, si l'on a mis dans la cucurbite des cailloux, etc., pour faciliter l'ébullition, si l'opération a été conduite avec précaution, et surtout si l'on a employé du vin vieux. Je dis surtout si l'on a employé du vin vieux, parce que l'eau-de-vie a le bouquet du vin, et parce que le bouquet des vins ne se forme qu'à la longue, par une modification de quelques-uns des principes du vin, modification qui n'est sensible que de la troisième à la quatrième année. Si, au contraire, on distille du marc de raisins, on obtient une eau-de-vie dont l'odeur est très-désagréable; mais, si au lieu de mettre le marc de raisins dans la cucurbite avec de l'eau et de distiller, comme on le fait dans tous les pays vignobles où la préparation en grand de l'eau-de-vie ne peut pas se faire, on se contente de diviser le marc en sortant du pressoir, ou bien du tonneau où il a été conservé pendant l'hiver, de le mettre dans un tonneau, de le couvrir d'eau, de le laisser macérer pendant douze heures, de décanter le liquide, de le distiller et de rectifier, on obtient une eau-de-vie qui est aussi agréable que l'eau-de-vie de vin, et si j'ajoute que le marc de raisins, avant la distillation, n'exhale qu'une odeur vineuse ou alcoolique, et que sa saveur n'est nullement désagréable, ne puis-je pas conclure, en attendant que des expériences viennent appuyer mes idées :

» Que l'huile de l'eau-de-vie de marc de raisins, qui n'est fournie que par la bourse du raisin et non par les pépins, comme on le croyait, n'existe pas toute formée après la fermentation, mais que les éléments nécessaires à sa constitution ont été déposés ou mieux apprêtés dans la bourse du raisin pendant la fermentation, et que ces éléments ont besoin, pour se combiner, d'une température de 100 degrés;

» Que ce corps peut différer de l'huile de l'eau-de-vie de grains, etc., et qu'avec une faible dépense les petits fabricants pourront améliorer leur eau-de-vie, puisqu'il leur suffira d'avoir un vase laveur, un bain-marie, de prendre le soin de désinfecter leur alambic par un courant de vapeur et d'introduire des cailloux, etc., dans la cucurbite de leur alambic. »

2° *Sujet d'un Mémoire pouvant servir à l'histoire de l'iodure de potassium et de quelques iodures* (2 septembre 1850).

« Lorsqu'on met dans un verre à expériences 15 grammes d'iodure de potassium ou de sodium desséché, 15 grammes d'eau, et qu'on ajoute, par parties, en agitant continuellement, 30 grammes d'acide sulfurique pur à 66 degrés (l'acide moins concentré, 61°,5 par exemple, ne se comporte pas de la même manière), l'iodure est décomposé, l'iode est mis à nu ; il se dégage une vapeur violacée, de l'acide iodhydrique, de l'acide sulfhydrique, de l'acide sulfureux ; il se dépose du soufre, du sulfate potassique et un liquide brun, très-dense, à éclat métallique quand on place le verre entre l'œil et la lumière.

» Ce liquide brun, qui correspond probablement au bi-iodure d'hydrogène, tient en dissolution du soufre et beaucoup d'iode, qui cristallisent par le repos. Ce liquide est soluble sans décomposition dans l'alcool. Quand on verse cette solution dans un soluté d'acétate de plomb (acétate, 1 partie ; eau, 3 parties), on obtient un précipité d'iodure plombique rouge, lie de vin, qu'on peut laver et sécher.

» Si après avoir décanté le liquide qui surnage le précipité rouge, on lave ce précipité avec de l'eau contenant du carbonate de chaux en dissolution, comme l'eau d'Arcueil, par exemple, le précipité devient bleu indigo.

» Si l'on verse la solution alcoolique dans une solution mercurielle préparée avec : mercure, 1 partie ; acide azotique à 35 degrés, 2 parties, on obtient un précipité blanc d'iodate. Si l'on filtre et que l'on concentre le liquide, il se dépose pendant la concentration une poudre blanche, pesante et nacrée (cette poudre fulmine légèrement lorsqu'on la chauffe) ; si l'on filtre de nouveau, on obtient, par le refroidissement, des cristaux en paillettes et en aiguilles, qui se décomposent au contact de l'eau en iodure mercurique, etc.

» On peut encore préparer un iodure de plomb rouge un peu différent du premier, en ajoutant à une solution composée de 50 grammes d'acétate de plomb et de 150 grammes d'eau, une autre solution faite avec 3 grammes d'iodure de potassium, $2^{gr},30$ d'iode et 20 grammes d'eau, et préparer aussi les composés mercuriels, en ajoutant à 50 grammes de solution mercurielle, 5 grammes d'iode en dissolution dans 60 grammes d'alcool.

» Quand on traite les iodures de plomb par de la potasse caustique, ils sont transformés en iodure de potassium, iodure plombico-potassique, minium, etc. »

M. W. A. Ross adresse une suite à ses communications précédentes sur « La cristallographie et le chalumeau ».

Cette communication, imprimée en anglais comme les précédentes, sera soumise à l'examen de M. H. Sainte-Claire Deville.

M. Cag, de Vienne, annonce la découverte d'un procédé pour dissoudre le carbone et le précipiter de ses solutions. L'auteur n'indique point d'ailleurs en quoi consiste le procédé.

A 5 heures et demie, l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 6 heures et demie. E. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 17 février 1868, les ouvrages dont les titres suivent :

Intorno... *Sur les oscillations calorifiques horaires, diurnes, mensuelles et annuelles pour l'année* 1866, *et des moyens préservateurs pour les dommages causés par les bourrasques de terre et de mer; par* M. le professeur ZANTEDESCHI. Venise, 1868; br. in-8°.

Modificazione... *Modification apportée aux méthodes pour la détermination volumétrique du cuivre et du zinc contenus dans les minéraux au moyen d'une solution normale de ferro-cyanure de potasse; par* M. M. GALLETTI. Genève, 1868; br. in-8°.

On the... *Sur l'action physiologique de la fève de Calabar* (Physostigma venenosum, Balf.); *par* M. T.-R. FRASER. Édimbourg, 1867; in-4°. (Présenté par M. Ch. Robin pour le concours Barbier, 1868.)

L'Académie a reçu, dans la séance du 24 février 1868, les ouvrages dont les titres suivent :

Newton défendu contre un faussaire anglais; par M. Th.-Henri MARTIN. Paris, 1868; br. in-8°.

Mémoires des concours et des Savants étrangers, publiés par l'Académie

royale de Médecine de Belgique, 3e fascicule, t. VI. Bruxelles, 1868; in-4°.

Décomposition de la lumière provenant de diverses sources. — Application à l'analyse spectrale. Thèse présentée et soutenue publiquement, le 24 décembre 1867; *par* M. E. DIACON. Montpellier, 1867; in-8°.

Port-Saïd. — A M. Ferdinand de Lesseps. Lettre du Comm. Alexandre CIALDI, *avec un Post-Scriptum.* Rome, 1868; br. in-8°. (Présenté par M. de Tessan.)

Des anomalies dentaires et de leur influence sur la production des maladies des os maxillaires; par M. Am. FORGET. Paris, 1859; in-4° avec planches.

Études histologiques d'une tumeur fibreuse non décrite de la mâchoire inférieure; par M. Am. FORGET. Paris, 1861; in-4° avec planches.

Du diagnostic médical et chirurgical par les moyens physiques; par M. L. SOULIGOUX. Paris, 1868; in-8° avec figures. (Présenté par M. Ch. Robin pour le concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Mélanges mathématiques; par M. E. CATALAN. Liége, 1868; in-8°.

Rapport fait à l'Académie royale des Sciences des Pays-Bas, section de Physique, présenté dans la séance du 25 janvier 1868. Amsterdam, 1868; br. in-8°.

Observations météorologiques faites à Dijon, janvier 1867; *par* M. Alexis PERREY. Sans lieu ni date; br. in-8°.

La... *Le parasite microscopique du ver à soie, études et observations; par* M. L. SALIMBENI. Modène, 1868; br. in-8°. (Présenté par M. Pasteur.)

Ricerche... *Recherches sur l'hétérogénie; par* M. G. CANTONI. Milan, 1868; br. in-8°.

Réflexions sur la gravitation universelle et sur la rotation des corps célestes; par M. PAULIN MÉNARD; 1re et 2e parties. Vitry-le-Français, 1867-1868; 2 br. in-8°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 2 mars 1868, les ouvrages dont les titres suivent :

Cours de calcul différentiel et intégral; par M. J.-A. SERRET, Membre de l'Institut, t. II, Calcul intégral. Paris, 1868; in-8°.

Recherches sur la réduction du niobium et du tantale; par M. C. MARIGNAC. Genève, 1868; opuscule in-8°.

Traité pratique de la culture et de l'alcoolisation de la betterave; par M. N. BASSET, 3e édition. Paris, sans date; in-12.

Études sur l'Exposition universelle de 1867, *publiées par* M. Eug. LACROIX, 16e, 17e et 18e fascicules, avec atlas. Paris, 1868; grand in-8°.

Les Merveilles de la science; par M. Louis FIGUIER, 19e série. Paris, 1868; grand in-8°.

Mémoire de géométrie pure sur les surfaces du troisième ordre; par M. L. CREMONA. Berlin, 1868; in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

Rappresentazione... *Représentation d'une classe de surfaces courbes planes, et détermination des courbes assymptotiques; par* M. L. CREMONA. Milan, sans date; in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

Messungen... *Mesure de la proéminence des yeux au moyen d'un nouvel instrument l'*Exophthalmomètre; *par* M. H. COHN. Erlangen, 1868; in-8°.

Untersuchungen... *Recherches sur l'histoire naturelle de l'homme et des animaux; par* M. J. MOLESCHOTT, t. X, 5e livraison. Giessen, 1868; in-8°.

Beitraege... *Matériaux pour la carte géologique de la Suisse, publiés par la Commission géologique de la Société des Naturalistes suisses,* 4e livraison. Berne, 1867; in-4° avec planches.

Commissao... *Commission géologique de Portugal. — Études géologiques sur l'existence de l'homme dans nos pays à une époque très-reculée, prouvée par l'étude des cavernes,* 1er opuscule. — *Notice sur les grottes de Cesareda; par* M. J.-F.-N. DELGADO. Lisbonne, 1867; in-4° avec planches.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS DE FÉVRIER 1868.

Annales de Chimie et de Physique; par MM. CHEVREUL, DUMAS, PELOUZE, BOUSSINGAULT, REGNAULT; avec la collaboration de M. WURTZ; janvier 1868; in-8°.

Annales de l'Agriculture française; 30 janvier – 15 février 1868; in-8°.

Annales de la Société d'Hydrologie médicale de Paris, Comptes rendus des séances, t. XIII, 5e livraison; 1868; in-8°.

Annales des Conducteurs des Ponts et Chaussées; décembre 1868; in-8°.

Annales du Génie civil; février 1868; in-8°.

Annales météorologiques de l'Observatoire de Bruxelles; 1re livraison, 1868; in-4°.

Bulletin de l'Académie impériale de Médecine; nos 1, 2, 3, 1868; in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse; janvier 1868; in-8°.

Bulletin des séances de la Société impériale et centrale d'Agriculture de France; n° 1er, 1868; in-8°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale; décembre 1867; in-4°.

Bulletin de la Société d'Agriculture, Sciences et Arts de la Sarthe; 4e trimestre; 1867; in-8°.

Bulletin de la Société de Géographie; janvier 1868; in-8°.

Bibliothèque universelle et Revue suisse. Genève, n° 122, 1868; in-8°.

Bulletin de la Société française de Photographie; janvier 1868; in-8°.

Bulletin des travaux de la Société impériale de Médecine de Marseille; janvier 1868; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique; n° 12, 1867; n° 1er, 1868; in-8°.

Bulletin général de Thérapeutique; 15 et 29 février 1868; in-8°.

Bulletino meteorologico dell' Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto; 1866-1867; in-4°.

Bullettino meteorologico dell' Osservatorio del Collegio romano; t. VII, n° 1er, 1868; in-4°.

Catalogue des Brevets d'invention; n° 9, 1868; in-8°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences; nos 5 à 8; 1er semestre 1868; in-4°.

Cosmos; nos des 8, 15, 22, 29 février 1868; in-8°.

Gazette des Hôpitaux; nos 15 à 26, 1868; in-4°.

Gazette médicale de Paris; nos 6 à 9, 1868; in-4°.

Journal de l'Agriculture des Pays Chauds; nos 10 à 12, 1868; in-8°.

Journal d'Agriculture pratique; nos 6 à 9, 1868; in-8°.

Journal de Chimie médicale, de Pharmacie et de Toxicologie; février 1868; in-8°.

Journal de la Société impériale et centrale d'Horticulture; décembre 1867; in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; février 1868; in-8°.

Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques; nos 4 à 6, 1868; in-8°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées; décembre 1867; in-4°.

Journal de Médecine vétérinaire militaire; décembre 1867 et janvier 1868; in-8°.

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 MARS 1868.

PRÉSIDENCE DE M. DELAUNAY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Ministre de l'Instruction publique transmet à l'Académie une ampliation du Décret impérial qui approuve l'élection de *M. Bouley* à la place vacante dans la Section d'Économie rurale, par suite du décès de *M. Rayer*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, **M. Bouley** prend place parmi ses confrères.

M. le Secrétaire perpétuel donne lecture de la Lettre suivante, qui lui est adressée par *M. le Ministre de l'Instruction publique* :

« Monsieur le Secrétaire perpétuel,

» J'ai l'honneur de vous informer que l'Empereur vient de décider que la publication et l'achèvement des œuvres du savant et regrettable physicien M. Léon Foucault, Membre de l'Académie des Sciences, auront lieu aux frais de la cassette impériale. Par les ordres de Sa Majesté, une Commission spéciale a été instituée pour l'accomplissement de cette tâche.

» Je vous prie de vouloir bien donner avis de cette Décision à l'Académie, qui y verra une nouvelle preuve de la haute sollicitude de Sa Majesté pour les Sciences.

» Recevez, etc.

» *Signé* : V. DURUY. »

M. LE PRÉSIDENT annonce qu'une Lettre sera adressée à M. le Ministre, pour le prier de vouloir bien transmettre à Sa Majesté les remercîments de l'Académie.

M. LE SECRÉTAIRE PERPÉTUEL donne lecture de la Lettre suivante qu'il a reçue de M. LE VERRIER :

« Une Note insérée au *Compte rendu* de la dernière séance me faisant espérer que l'incident qui s'était élevé est clos, je demande à mes confrères la permission de prendre quelques jours d'un repos dont j'ai le plus grand besoin.

» Mon premier soin sera de terminer mon historique des travaux de M. Léon Foucault à l'Observatoire, historique qui ne pourra que gagner à être écrit et entendu avec le calme scientifique qu'il comporte.

» Si je n'avais déjà entrepris de remplir ce devoir, j'y aurais été conduit par la clause insérée au testament de notre regretté et éminent collaborateur par laquelle il lègue :

» ..... 2° A l'Observatoire impérial de France les appareils et instruments servant à la détermination de la vitesse de la lumière. »

THERMOCHIMIE. — *Premier Mémoire sur les propriétés physiques et le pouvoir calorique des pétroles et huiles minérales; par* **M. H. SAINTE-CLAIRE DEVILLE** (1).

« Dans le courant de l'été dernier, l'Empereur visita le laboratoire de chimie de l'Exposition universelle. Préoccupé déjà de l'importance que pouvait acquérir l'emploi des huiles minérales comme combustible, il s'arrêta avec un bienveillant intérêt devant un appareil fort ingénieux qui réalisait de grands progrès dans l'emploi de ces huiles pour le chauffage économique. C'était l'appareil avec lequel M. Paul Audouin, ingénieur

(1) L'Académie a décidé que cette communication, bien que dépassant les limites réglementaires, serait reproduite en entier au *Compte rendu*.

distingué, fils et petit-fils d'illustres Membres de notre Académie, obtenait des températures extrêmement élevées au moyen de la combustion des huiles lourdes du gaz. Ce jour-là, l'Empereur voulut bien me charger d'étudier à ses frais toutes les propriétés des huiles minérales, de déterminer exactement l'application qu'on en peut faire au chauffage des machines, et enfin, après avoir pris connaissance des travaux déjà exécutés en Angleterre et en Amérique, de faire connaître les dispositions les plus avantageuses à adopter pour réaliser économiquement et sans danger l'usage des huiles minérales dans l'industrie, surtout dans l'industrie des transports.

» Après m'être procuré un nombre suffisant d'échantillons d'huiles minérales de toute sorte, j'en étudiai d'abord avec le plus grand soin les propriétés physiques. C'est le résultat de ces premières études que je porte aujourd'hui à l'Académie.

» En outre, des appareils calorimétriques, dont la pièce principale est un générateur tubulaire de six chevaux, ont été établis à l'École Normale, et ils servent en ce moment à la détermination des quantités de chaleur produites par la combustion des huiles minérales. Ces appareils, chauffés par le procédé de M. Paul Audouin, sont disposés de telle sorte qu'ils peuvent donner en même temps le nombre de calories qui représente le pouvoir calorifique absolu des huiles minérales et le nombre réalisable en pratique de kilogrammes d'eau vaporisée par un kilogramme de ces matières.

» Dans toutes mes opérations, j'ai tenu à constater à chaque instant la composition des gaz de la combustion rendue assez complète pour que la fumée soit incolore. Je décrirai bientôt le procédé d'analyse que j'ai employé. Mais je désire annoncer que j'ai pu dans ces combustions dépouiller, à 2 pour 100 près, l'air de mes foyers de tout l'oxygène qu'il contient et qui se transforme en eau et en acide carbonique. Pour obtenir de pareils résultats, j'ai dû introduire dans mes foyers de l'air soumis à une pression constante et animé d'une vitesse invariable. Une petite machine soufflante réglée par un appareil électromagnétique et le système de ventilation de M. Piarron de Mondésir, ingénieur des Ponts et Chaussées, mis généreusement à ma disposition par son auteur, m'ont permis de réaliser ces conditions.

» La cheminée de mon appareil calorimétrique est remplacée par un réfrigérant à grande surface qui me permet de ramener la température des gaz de la combustion à la température ambiante et rend mes mesures indépendantes de la quantité d'air employé par la combustion. Il me suffit

alors pour déterminer le nombre de calories, qui, dans tout autre système, se seraient perdues par la cheminée, d'employer un appareil très-simple et encore inédit qu'a inventé M. Paul de Mondésir, ingénieur en chef des manufactures de l'État, et qu'on pourrait appeler une caisse calorimétrique.

» Enfin la Compagnie parisienne du gaz fait répéter chaque jour sur une grande échelle et avec ses huiles lourdes les déterminations calorifiques que j'effectue au laboratoire de l'École Normale. Grâce à ce concours, dont l'efficacité m'est garantie par le contrôle de M. Paul Audouin et de son ingénieur M. Battarel, j'espère que les nombres que je pourrai bientôt communiquer à l'Académie auront une utilité pratique à laquelle un théoricien doit toujours attacher un grand prix.

» Ces expériences et mes analyses démontrent qu'il y a grand intérêt à refroidir avec une grande perfection les produits de la combustion des huiles minérales; car, d'après mes observations, la plupart d'entre elles, fort riches en hydrogène, peuvent donner par la condensation de leur fumée beaucoup plus que leur poids d'eau pure. Cette eau, en se condensant, dépose dans les appareils réfrigérants 600 à 700 calories au moins par kilogramme, calories qu'on peut utiliser pour l'échauffement de l'eau d'alimentation. L'eau des fumées, qui est de l'eau distillée, peut elle-même contribuer à l'alimentation des chaudières, d'où l'on exclut maintenant l'eau de mer autant qu'il est possible.

» Les huiles minérales, combustibles liquides, volatils et homogènes, sont susceptibles de brûler sans résidu. Il en résulte qu'on peut les introduire dans un foyer convenablement disposé, au moyen d'une pompe ou de tout autre appareil réglé automatiquement, suivant le besoin de la machine, aussi bien que la quantité d'air strictement nécessaire à la combustion. Cela fait qu'on peut marcher avec un foyer constamment fermé et sans l'intervention d'un chauffeur. Ces avantages sont réalisés dans la machine calorimétrique de l'École Normale.

» Ces mêmes qualités des huiles minérales permettent également de les brûler dans le foyer à telle pression qu'on voudra, égale, supérieure même à la pression de la vapeur dans la chaudière, en utilisant au besoin comme moteurs accessoires ces gaz, chauffés encore au sortir de la chaudière à une température de 150 ou de 200 degrés : à une machine à air chaud, on superpose ainsi une machine à vapeur. De plus, si l'air est introduit dans les foyers à une forte pression, la vitesse d'écoulement à imprimer aux produits de la combustion d'une même quantité d'huile sera d'autant plus

petite que cette pression sera plus grande, et par suite les surfaces de chauffe pourront être diminuées dans une certaine proportion. C'est là une question que j'étudie, que je me réserve d'étudier, et qui permettra, j'espère, dans les machines enfermées dans des espaces restreints, d'augmenter les surfaces de refroidissement de la fumée et d'en condenser toute la vapeur d'eau.

» Qu'il me soit permis d'ajouter encore un mot sur ce sujet. Si les huiles minérales doivent être employées comme combustible sur les bâtiments à vapeur, une condition de réussite, c'est de trouver un système qui permette, sans grands frais et sans perte de temps, de transformer un générateur à vapeur chauffé à la houille en un appareil chauffé à l'huile minérale et inversement. C'est là un problème résolu tant à l'École Normale qu'à l'usine à gaz de la Villette, par une disposition fort simple que notre savant confrère M. Dupuy de Lôme et moi nous faisons essayer par M. Mazeline.

» Avant d'entrer dans les détails qui feront le sujet par lequel je terminerai cette communication, je désire annoncer à l'Académie que, en combinant les belles méthodes expérimentales de MM. Favre et Silbermann avec les principes de la caisse calorimétrique de M. Paul de Mondésir, je pourrai, dans de petits appareils et au moyen de l'oxygène, déterminer rapidement le pouvoir calorifique des huiles minérales par un procédé qui permettra d'écarter toute hypothèse sur la constitution des hydrogènes carbonés. M. Macquorn Rankine a appelé récemment l'attention des ingénieurs sur les méthodes de calcul propres à fournir *théoriquement* les quantités de chaleur dégagée par la combustion des pétroles. MM. Favre et Silbermann ont fait voir depuis longtemps que ces calculs ne peuvent être qu'approximatifs, et M. Macquorn Rankine le reconnaît bien. Il est donc nécessaire de mettre entre les mains des praticiens un appareil simple qui leur permette de déterminer directement des constantes d'une aussi grande valeur industrielle. J'espère y avoir réussi, et je n'en parle ici que pour me réserver le droit de continuer ces expériences qui imposent de longues et pénibles épreuves.

» On trouvera plus loin des tableaux qui donnent les principales propriétés physiques et la composition des huiles minérales. Je vais expliquer en quelques mots l'usage immédiat que l'on peut faire de ces chiffres.

» 1° L'huile minérale a été soumise à la distillation dans un alambic en cuivre muni d'un serpentin. Un thermomètre donne à chaque instant la température de la vapeur. En prenant entre deux températures convenablement choisies la quantité de matière passée à la distillation, on détermine

le degré de volatilité de la substance et on obtient un nombre qui peut avoir une grande utilité.

» En effet, les huiles minérales peuvent être dangereuses pour deux motifs. Elles contiennent des matières gazeuses ou volatiles qui peuvent rendre explosible l'atmosphère dans laquelle se diffusent ces gaz et ces vapeurs. La quantité de matière passée avant 140 degrés donne la mesure de ce danger; elle donne également la mesure de la perte qu'il faut faire subir à la matière pour écarter dans son emploi cette chance d'accident.

» 2° Un autre danger vient de ce que l'on enferme les huiles minérales dans des vases imperméables et remplis à une température inférieure à celle que l'on doit rencontrer, soit par la variation de la température dans le même lieu, soit par le changement de latitude. Le coefficient de dilatation si considérable des huiles minérales donnera aux expéditeurs ou aux ingénieurs la mesure de l'espace minimum qu'il est nécessaire de laisser au dessus des caisses destinées au transport de ces matières, pour éviter toute chance d'explosion correspondante à une augmentation prévue de température.

» 3° Les analyses des matières brutes et distillées donneront aux ingénieurs le moyen de calculer les pouvoirs calorifiques par la méthode de M. Rankine, et aux chimistes le moyen de reconnaître le genre de composés auquel ces huiles doivent être rapportées.

» Je demande à l'Académie la permission de constater que trois de mes élèves les plus expérimentés, MM. Ditte, Pougnet et Prudhon, ont bien voulu compléter et contrôler mes nombreuses analyses et déterminations de toute sorte, et de leur en témoigner toute ma gratitude.

1° *Huile lourde de la Virginie occidentale*, employée à lubrifier les machines, provenant du White-Oak, à la partie inférieure du terrain houiller, à environ 135 mètres de profondeur. Donnée par M. Foucou.

Perte par la chaleur à 100 degrés	1,0	pour 100
» à 140 degrés	1,3	»
» à 180 degrés	12,0	»

Huile brute.

Composition	C...	83,5
	H...	13,3
	O...	3,2
		100,0

Densité à zéro	0,873
» à 50°,1	0,853
Coefficient de dilatation	0,00072

Huile distillée.

Composition..........	C...	85,3
	H...	13,9
	O...	0,8
		100,0

Densité à 13 degrés.......................... 0,819

Résidu de la distillation. Densité à 13°,3... 0,864.

2° *Huile légère de la Virginie occidentale,* employée à la fabrique des huiles d'éclairage. Elle provient du Burning-Springs, dans les grès supérieurs du terrain dévonien, à environ 220 mètres de profondeur. Donnée par M. Foucou.

Perte par la chaleur	à 100 degrés.............	1,3	pour 100
»	à 120 degrés.............	4,3	»
»	à 140 degrés.............	11,0	»
»	à 160 degrés.............	17,7	»
»	à 180 degrés.............	25,2	»
»	à 200 degrés.............	28,5	»

Huile brute.

Composition..........	C...	84,3
	H...	14,1
	O...	1,6
		100,0

Densité à zéro	0,8412
» à 50°,1	0,808
Coefficient de dilatation.....................	0,000839

Huile distillée.

Composition..........	C...	84,0
	H...	14,4
	O...	1,6
		100,0

Densité à 14°,2 0,762

Résidu de la ditillation. Densité à 14°,8... 0,860.

3° *Huile légère de Pensylvanie,* la plus employée dans les fabriques d'éclairage. Elle provient de l'Oil-Creek, de la troisième assise des grès de la partie supérieure du terrain dévonien, à 200 mètres environ de profondeur. Brune verdâtre et fluorescente (M. Foucou).

Perte par la chaleur	à 100 degrés.............	4,3	pour 100
»	à 120 degrés.............	10,7	»
»	à 140 degrés.............	16,0	»
»	à 160 degrés.............	23,7	»
»	à 180 degrés.............	28,7	»
»	à 200 degrés.............	31,0	»

Huile brute.

Composition..........	C...	82,0
	H...	14,8
	O...	3,2
		100,0

Densité à zéro 0,816
» à 50°,1 0,784
Coefficient de dilatation 0,00084

Huile distillée.

Composition..........	C...	85,1
	H...	14,3
	O...	0,6
		100,0

Densité à 13°,6.............................. 0,735
Résidu de la distillation. Densité à 13°,6... 0,845.

4° *Huile lourde de l'Ohio,* aujourd'hui encore peu employée à cause de la concurrence des huiles de Virginie. Noire et visqueuse (M. Foucou).

Cette huile monte dans l'appareil et ne peut être distillée méthodiquement. On en distille seulement une portion aux environs de 350 degrés, et une autre portion au-dessus de 350 degrés.

Huile brute.

Composition..........	C...	84,2
	H...	13,1
	O...	2,7
		100,0

Densité à zéro.............................. 0,887
» à 53 degrés.............................. 0,853
Coefficient de dilatation 0,000748

Huile distillée.

	Avant 350 degrés.		Après 350 degrés.	
Composition	C...	85,4	C...	86,7
	H...	14,4	H...	12,2
	O...	0,6	O...	1,1
		100,0		100,0

Densité à 14 degrés du second produit............... 0,762
Résidu de la distillation. Densité à 14°,8... 0,860.

5° *Huile lourde de Pensylvanie,* provenant des bords de la rivière Alleghany, au-dessus de la ville de Franklin (Plumer-Farm), des premières assises du grès supérieur du terrain

dévonien, à la profondeur de 200 mètres environ. Employée à lubrifier les machines (M. Foucou).

Perte par la chaleur, presque nulle avant 230 degrés.

»	à 280 degrés.............	12,0 pour 100

Huile brute.

Composition........ C... 84,9 ; H... 13,7 ; O... 1,4 ; total 100,0

Densité à zéro...........................	0,886
» à 50°,1...........................	0,853
Coefficient de dilatation.....................	0,000721

Huile distillée.

Composition.......... C... 85,4 ; H... 13,8 ; O... 0,8 ; total 100,0

Densité à 13°,2...........................	0,802

Résidu de la distillation. Densité à 13 degrés... 0,875

6° *Huile américaine de pétrole du commerce de Paris* (sans doute Pensylvanie). Noire, fluorescente en bleu.

Perte par la chaleur à 100 degrés............	2,8	pour 100
» à 120 degrés............	5,3	»
» à 140 degrés............	12,0	»
» à 160 degrés............	19,8	»
» à 180 degrés............	25,4	»
» à 200 degrés............	30,3	»

Huile brute.

Composition.......... C... 83,4 ; H... 14,7 ; O... 1,9 ; total 100,0

Densité à zéro...........................	0,820
» à 53°,3...........................	0,784
Coefficient de dilatation.....................	0,000868
Chaleur spécifique.........................	0,48

Huile distillée.

Composition	C...	84,2
	H...	14,5
	O...	1,3
		100,0

Chaleur spécifique 0,50
Densité à 13°,6 0,736

Résidu de la distillation. Densité à 13°,6 0,845

7° *Huile lourde de la Compagnie parisienne du gaz* (extraite de la houille).

Perte à la chaleur de 0 à 150 degrés .... un peu d'eau.
» à 200 degrés .... 12,5 pour 100

Huile brute.

Composition	C...	82,0
	H...	7,6
Oxygène, azote et soufre		10,4
		100,0

Densité à zéro 1,044
» à 51 degrés 1,007
Coefficient de dilatation 0,00743

8° *Pétrole de Parme*, commune de Salo. Donné par le commandeur Devincenzi. Liquide limpide, très-fluide, coloration ambrée fluorescent en bleu.

Perte à la chaleur	à 100 degrés	1,1	pour 100
»	à 120 degrés	9,3	»
»	à 140 degrés	33,3	»
»	à 160 degrés	39,5	»
»	à 180 degrés	60,5	»
»	à 200 degrés	69,3	»

Huile brute.

Composition	C...	84,0
	H...	13,4
	O...	1,8
		100,0

Densité à zéro 0,786
» à 51°,1 0,747
Coefficient de dilatation 0,00106
Chaleur spécifique 0,49
Chaleur latente à la température moyenne de distillation (125 à 140 degrés) 115c

Huile distillée.

Composition	C...	85,0
	H...	13,7
	O...	1,3
		100,0

Densité à 13°,2 0,775

Résidu de la distillation. Densité à 11°,2..... . 0,850

9° *Huile de Java*, commune de Dandang-Ilo, district de Timaacon, résidence de Rembang. Donnée par M. von Baumhauer, secrétaire perpétuel de la Société néerlandaise de Harlem.

Perte par la chaleur (distille à 158 degrés)	à 100 degrés	1,0	pour 100
»	»	120 degrés	1,0	»
»	»	180 degrés	7,7	»
»	»	200 degrés	15,0	»
»	»	220 degrés	22,3	»
»	»	240 degrés	24,3	»
»	»	250 degrés	28,3	»

Huile brute.

Composition	C...	87,1
	H...	12,0
	O...	0,9
		100,0

Densité à zéro 0,923

» à 53 degrés 0,888

Coefficient de dilatation 0,000769

Huile distillée.

Composition	C...	86,2
	H...	12,2
	O...	1,6
		100,0

Densité 0,811

Résidu de la distillation. Densité à 13°,3 0,931

10° *Huile de Java*, commune de Tjibodas-Fanggah, district de Madja, résidence de Chéribon. Donnée par M. von Baumhauer.

Perte par la chaleur	à 100 degrés	0,8	pour 100
»	à 120 degrés	3,0	»
»	à 140 degrés	9,3	»
»	à 160 degrés	16,3	»
»	à 180 degrés	22,0	»
»	à 200 degrés	27,8	»

Huile brute.

Composition	C...	83,6
	H...	14,0
	O...	2,4
		100,0

Densité à zéro 0,827
» à 53 degrés 0,789
Coefficient de dilatation 0,000923

Huile distillée.

Composition	C...	83,9
	H...	14,1
	O...	2,0
		100,0

Densité à 13°,1 0,778
Résidu de la distillation. Densité à 13°,3........ 0,914

11° *Huile de Java* de la commune de Gogor, du district de Kendong, résidence Sarabaya. Donnée par M. von Baumhauer.

Perte par la chaleur	à 220 degrés	2,3	pour 100
»	à 240 degrés	4,0	»
»	à 260 degrés	9,0	»
»	à 280 degrés	17,7	»
»	à 300 degrés	28,3	»

Huile brute.

Composition	C...	85,0
	H...	11,2
	O...	2,8
		100,0

Densité à zéro 0,972
» à 53 degrés 0,945
Coefficient de dilatation 0,000652

Huile distillée.

Composition	C...	85,1
	H...	12,2
	O...	1,7
		100,0

Densité à 13°,2 0,762
Résidu de la distillation. Densité à 13°,2........ 0,942

12° *Huile de Bechelbronn* (Bas-Rhin), produit de distillation. Donnée par M. Boussingault.

Matière brute.

Perte par la chaleur à 200 degrés	4,1	pour 100
» à 220 degrés	8,3	»
» à 240 degrés	13,3	»
» à 264 degrés	25,0	»

Huile brute.

Composition	C...	86,9
	H...	11,8
	O...	1,3
		100,0

Densité à zéro	0,912
» à 51 degrés	0,879
Coefficient de dilatation	0,00767

Huile distillée.

Composition	C...	85,1
	H...	13,0
	O...	0,9
		100,0

Densité à 11°,6 0,825

Résidu de la distillation. Densité à 14 degrés 0,927

Les coefficients de la dilatation ont été calculés en prenant pour coefficient de dilatation du verre le nombre 0,000026.

Les densités prises à la température ordinaire n'ont pas été corrigées de la dilatation du verre. »

« **M. Élie de Beaumont** signale à l'attention de *M. Henri Sainte-Claire Deville*, comme renfermant une quantité de substance huileuse susceptible d'être utilisée, la marne schisteuse noirâtre qui supporte à Vassy, près d'Avallon, la couche exploitée comme ciment romain. Cette marne est connue des géologues sous le nom de *marne à Possidonies* (1). Ses affleurements traversent la France entière depuis *Flize*, dans le département des Ardennes, jusque dans les départements des Alpes-Maritimes et du Gard; on les retrouve aux environs de Grenoble, à la *Fontaine brûlante*, qui est comprise au nombre des *sept merveilles du Dauphiné*.

---

(1) La page 341 du second volume de l'*Explication de la Carte géologique de la France*

» La Fontaine brûlante est un dégagement permanent de gaz combustible qui sort d'une fissure des marnes à Possidonies et qu'on enflamme à volonté avec une allumette. Ce gaz résulte très-probablement de la décomposition spontanée des substances combustibles que contiennent les marnes schisteuses.

» On pourrait citer d'autres exemples de dégagements naturels de gaz combustibles, sortant de marnes semblables et produisant dans certains cas un véritable *feu grisou*. Un accident analogue au feu grisou a eu lieu autrefois dans les mines de sel gemme de Bex (canton de Vaud). »

« M. **Dumas** fait remarquer que l'un des principaux dangers de l'emmagasinement des huiles minérales tient à leur grande fluidité, dont M. Henry Sainte-Claire Deville n'a pas parlé. Elles pénètrent le bois et pas-

---

contient une coupe du coteau de Vassy, où toutes les couches sont figurées et désignées de bas en haut par les lettres *a*, *b*, *c*, *d*. On lit ce qui suit dans la description de cette coupe :

« *a*. Calcaire noduleux contenant un grand nombre de grosses Gryphées (*Gryphœa* » *cymbium*), etc.

» *b*. Marnes très-schisteuses et très-bitumineuses contenant *jusqu'à* 12 *pour* 100 *de ma-* » *tières volatiles*. On y trouve un grand nombre de Possidonies (*Possidonia Bronnii*).

» Dans leurs parties supérieures, les marnes *b* sont bleuâtres et renferment le *Pecten pa-* » *radoxus*.

» *c*. *Ciment romain :* c'est un calcaire marneux bleuâtre à cassure terreuse, formant un » certain nombre de couches peu épaisses. Les couches inférieures sont très-minces; elles se » réduisent à moins de 1 décimètre, et elles alternent avec les dernières couches de marnes » bitumineuses. Les couches du ciment romain renferment un grand nombre de Bélemnites.

» *d*. Au-dessus du ciment romain, on trouve de nouveau une certaine épaisseur de marnes » schisteuses brunes.

» *e*. Les coteaux sont couronnés par le calcaire à Entroques. Les mêmes couches mar- » neuses se montrent, dans toute la contrée, au pied des escarpements calcaires....

» Celles de ces marnes qui sont bitumineuses et que nous venons de signaler comme étant » intercalées à Vassy entre le calcaire noduleux et la couche de *ciment romain*, ont été re- » marquées depuis longtemps. Elles sont particulièrement développées entre Avallon et » l'Isle-sous-Montréal, près d'Étaule, de Vassy, de Marsilly, de Génouilly, de Provency, de » Sainte-Colombe, entre Montréal et Angely, etc. M. Gilet de Laumont, qui les avait ob- » servées avec beaucoup d'attention, avait remarqué qu'elles se trouvent dans le voisinage » de couches de calcaire gris contenant des *Gryphées*, des *Bélemnites* et des *Ammonites*. » Les variétés les plus bitumineuses de ces marnes schisteuses, étant soumises à une forte » chaleur, brûlent avec flamme, et cette propriété, jointe à leur odeur bitumineuse et aux » veines assez abondantes de lignite qui les accompagnent, a donné l'idée d'exécuter aux » environs de Montréal des travaux de recherche dans l'espoir de trouver de la houille.... » (*Ces recherches de houille n'eurent aucun résultat.*) »

sent à travers. Pour éviter le danger qui en résulte, il faut nécessairement vernir les vases avec des matières insolubles dans ces huiles, telles que : gommes, dextrine, gélatine, albumine, etc. »

« M. **Balard** et M. **Séguier** font observer, en conformité de ce sentiment, qu'il est à leur connaissance que l'on commence à se servir dans ce but, en Amérique, du mélange de gélatine et de mélasse qui est employé depuis longtemps pour faire les rouleaux d'imprimerie. Un enduit de ce mélange, placé à l'intérieur des vases même les moins étanches, les rend imperméables à l'huile de pétrole. »

M. P. **Thenard** présente ensuite les observations suivantes :

« Il n'est pas dans notre intention de critiquer la communication de M. H. Sainte-Claire Deville au point de vue scientifique, nous sommes au contraire le premier à reconnaître, en cette circonstance comme dans les autres, la rigueur de ses résultats. Mais en dehors du travail lui-même, il est un point qu'il est utile de rappeler, c'est que, quoi qu'on fasse, les huiles de la nature de celles dont vient de parler notre savant confrère seront toujours un combustible des plus dangereux pour le chauffage des machines, et surtout de celles qui servent de propulseur aux navires qui font de longues traversées. L'éther aussi a été employé, non comme combustible, mais comme agent de la force motrice, c'est-à-dire dans des conditions bien moins défavorables. Or, malgré la perfection inusitée des appareils et les avantages considérables qu'elle en obtenait, la marine, à la suite de la perte corps et biens de plusieurs navires, a été obligée d'y renoncer. Que l'on considère donc les masses d'huile nécessaires pour l'alimentation des foyers et les conditions spéciales dans lesquelles on les emploie, et on restera terrifié des malheurs effroyables dont elles ont été déjà et seront encore, quoi qu'on fasse, la cause inévitable. »

« M. **Fizeau**, à propos de la grande dilatabilité des huiles combustibles mentionnée dans la précédente communication, fait remarquer qu'il a déjà observé, et signalé depuis près d'une année à plusieurs de ses savants confrères, la dilatabilité extraordinaire de deux substances solides qui accompagnent ces huiles et dont la composition est analogue : il s'agit de la paraffine et de la naphtaline. Ce sont jusqu'ici les corps solides les plus dilatables qui aient été observés, et c'est à peine s'ils le cèdent sous ce rapport à l'essence de térébenthine et à l'alcool lui-même. Ce résultat est seulement mentionné ici afin de prendre date. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Méthode générale d'analyse immédiate des tissus des végétaux; par* **MM. E. FREMY** *et* **TERREIL.**

« L'analyse organique présente une lacune considérable qui paralyse le secours que la chimie pourrait apporter aux études anatomiques : nous voulons parler ici de l'impuissance de l'analyse immédiate en présence des tissus organiques.

» Si le chimiste peut déterminer aujourd'hui, avec quelque exactitude, la composition des liquides produits par l'organisme, tels que la séve et les sucs des végétaux, le lait, le sang, l'urine, etc., il peut bien rarement soumettre à une analyse, même approximative, les tissus organisés.

» Les difficultés principales que l'on rencontre dans l'analyse immédiate de ces tissus sont dues d'abord à la grande analogie que présentent entre eux les principes qui les constituent, et ensuite à l'insolubilité de ces principes dans les dissolvants neutres qui servent de base, comme on le sait, à l'analyse organique immédiate.

» L'idée principale de notre travail a été de demander aux réactifs énergiques ce que les dissolvants neutres ne pouvaient pas nous donner.

» En employant ces agents chimiques avec certaines précautions, nous sommes arrivés à retirer des tissus organiques les différents éléments qui les constituent, et même à en déterminer les proportions avec une certaine exactitude.

» Nous analysons aujourd'hui un tissu ligneux, une feuille, une fleur, une racine avec autant de facilité que, dans l'analyse organique, on détermine la composition d'une substance minérale : nous soumettons donc ces différentes parties des végétaux *à l'analyse qualitative et quantitative.*

» Pour donner une idée exacte de nos méthodes analytiques, nous choisirons comme exemple l'analyse d'un tissu ligneux.

Analyse immédiate du bois.

» Dans cette partie de nos recherches, nous avons pris pour base les observations que l'un de nous a publiées précédemment sur les substances ligneuses, mais aussi celles de M. Payen sur le même sujet, dont nous sommes heureux de constater ici l'importance.

» La marche que nous suivons dans l'analyse des différents bois varie peu : les détails que nous donnerons ici se rapportent au bois de chêne.

» Nous supposerons, qu'en s'appuyant sur les principes d'analyse immédiate donnés avec tant de précision par M. Chevreul, on ait déterminé

les substances que le bois de chêne peut perdre par l'action des dissolvants neutres : il reste un tissu ligneux dont il s'agit de déterminer la constitution.

» Selon nous le bois est formé de trois parties principales que nous allons définir :

» 1° La première partie du bois ne peut être confondue avec aucune autre substance ligneuse, car elle est insoluble dans l'acide sulfurique contenant deux équivalents d'eau; elle est en outre caractérisée par d'autres réactifs : l'eau de chlore la transforme d'abord en un acide jaune et la dissout ensuite; l'acide azotique agit sur elle comme le chlore; la potasse, même concentrée, ne la dissout pas.

» Pour nous conformer à la dénomination employée déjà par plusieurs physiologistes, nous désignerons cette partie du bois sous le nom de *cuticule ligneuse :* nous pensons en effet qu'elle forme la couche cutanée des fibres et des cellules du bois; sans être identique avec la cuticule des feuilles, elle présente cependant, avec cette dernière substance, des analogies chimiques incontestables : lorsqu'on la retire du bois, au moyen de l'acide sulfurique, elle conserve entièrement la texture du tissu ligneux, et à tel point, qu'en la considérant au microscope on peut la confondre avec le bois lui-même, dont elle ne représente cependant que le cinquième environ.

» Dans nos déterminations analytiques nous avons toujours reconnu la pureté de la cuticule ligneuse à son insolubilité dans l'acide sulfurique, et sa solubilité dans l'eau de chlore ou dans l'acide azotique.

» La cuticule ligneuse que nous mettons sous les yeux de l'Académie possède ces différentes propriétés; on peut donc la considérer comme étant absolument pure.

» La substance dont nous venons de parler est évidemment celle que M. Hartig a désignée sous le nom de *eustathe,* en raison de sa grande stabilité.

» 2° La seconde partie du tissu ligneux est celle que M. Payen a étudiée sous le nom de *substance incrustante.* Elle se trouve probablement dans l'intérieur des fibres et des cellules; nous ne la considérons pas comme un principe immédiat; mais, dans nos analyses, nous arrivons à la dissoudre complétement et à l'isoler des autres principes ligneux : nous la séparons en une partie soluble dans l'eau bouillante, en une autre qui se dissout dans les liqueurs alcalines, et en un dernier corps qui devient soluble dans la potasse après avoir subi l'action du chlore.

» Quelle que soit la complication de la substance incrustante, dans une analyse qualitative, nous la reconnaissons d'abord à sa solubilité dans l'acide sulfurique qu'elle colore en noir, et ensuite à son insolubilité dans l'eau de chlore : la dissolution sulfurique de la matière incrustante est en partie précipitée par l'eau. Dans une analyse quantitative, nous la séparons complétement des autres éléments constitutifs du bois, en employant successivement l'eau, les dissolutions alcalines et l'eau de chlore.

» 3° La troisième partie du tissu ligneux *est la substance cellulosique.* Quand elle est pure, elle se dissout sans coloration dans l'acide sulfurique concentré en produisant un liquide que l'eau ne précipite pas; elle est difficilement attaquée par l'eau de chlore et l'acide azotique.

» Dans le tissu ligneux, cette substance se trouve sous un état particulier, que l'un de nous a fait ressortir précédemment, et qui la rend insoluble dans le réactif ammoniaco-cuivrique; mais elle devient soluble dans ce liquide lorsqu'elle a subi l'action de quelques agents chimiques, tels que le chlore. Nous obtenons la substance cellulosique pure, se dissolvant sans coloration dans l'acide sulfurique et conservant encore toute l'organisation du bois, en traitant le bois réduit en copeaux, d'abord par de l'eau de chlore, puis par la potasse et en dernier lieu par l'acide chlorhydrique étendu.

» L'acide azotique peut être employé également pour isoler la substance cellulosique, mais il désagrége toujours le tissu ligneux et dissout une quantité notable de corps cellulosique.

» Cette substance retirée du bois présente aujourd'hui un intérêt industriel incontestable; elle convient non-seulement à la fabrication du papier, mais, dans notre conviction, elle sera employée un jour dans la préparation de l'alcool; l'acide sulfurique la transforme en effet avec facilité en dextrine et en sucre : il serait curieux de produire au moyen du bois des liqueurs alcooliques.

» Il résulte donc des données fournies par l'*analyse qualitative* du bois, que ce tissu est formé essentiellement de trois parties qui peuvent être caractérisées facilement, comme nous venons de le démontrer, par l'emploi de quelques réactifs.

» Il nous reste maintenant à faire connaître la méthode d'*analyse quantitative*, que nous suivons pour doser ces trois principes constitutifs du tissu ligneux.

Analyse quantitative du tissu ligneux.

» *Dosage de la substance cellulosique.* — Nous pesons 1 gramme de sciure de bois desséchée à 130 degrés, nous l'introduisons dans un flacon d'un

litre rempli d'eau de chlore, et nous laissons l'action se prolonger pendant trente-six heures.

» Le chlore dissout la cuticule ligneuse et certaines parties de la matière incrustante; il laisse à l'état insoluble la substance cellulosique mêlée à une partie de la matière incrustante que le chlore a transformée en un acide complétement soluble dans la potasse. Reprenant donc le résidu par une dissolution alcaline, le lavant à l'acide, puis à l'eau, et le desséchant à 130 degrés, nous obtenons la substance cellulosique dans un état de pureté absolue.

» Il résulte de nos déterminations que le bois de chêne contient environ 40 pour 100 de substance cellulosique; nous en trouvons 39 pour 100 dans le bois de frêne.

» *Dosage de la cuticule ligneuse.* — Nous soumettons pendant trente-six heures 1 gramme de sciure de bois à l'action de l'acide sulfurique qui contient 4 équivalents d'eau; sous cette influence, les parties cellulosique et incrustante se dissolvent complétement; la cuticule ligneuse reste seule en suspension dans la liqueur; dans quelques cas nous remplaçons le premier acide par un autre qui ne contient plus que 2 équivalents d'eau; le résidu est lavé à l'eau ordinaire et à l'eau alcaline, jusqu'à ce que les liqueurs de lavage ne soient plus colorées; il est soumis ensuite à la dessiccation.

» Le dosage de la cuticule se fait ainsi avec exactitude; il nous a permis de reconnaître que le bois de chêne contient environ 20 pour 100 de cuticule; le bois de frêne n'en donne que 17,5 pour 100. Nous avons toujours eu le soin de constater que la cuticule ainsi dosée était pure; elle se dissolvait, sans laisser de résidu, dans l'eau de chlore ou dans l'acide azotique.

» Pour doser la cuticule ligneuse nous avons employé quelquefois l'acide sulfurique concentré : la proportion de ce corps diminue beaucoup; mais nous avons constaté que, dans ce cas, la substance organique est profondément altérée et qu'elle est devenue soluble en partie dans la potasse.

» *Dosage de la matière incrustante.* — Cette dernière partie du tissu ligneux n'a été dosée que par différence.

» En prenant ici comme exemple l'analyse du bois de chêne,

» Dans 100 parties de tissu ligneux desséché nous avons trouvé :

40 parties de substance cellulosique,
20 parties de cuticule ligneuse.

La matière incrustante forme donc les 40 centièmes du tissu ligneux.

» Mais cette partie du bois n'est pas simple, comme nous l'avons dit précédemment; sous l'influence des réactifs, nous avons pu la dédoubler : 1° en substances solubles dans l'eau bouillante; 2° en corps probablement pectosiques qui se dissolvent dans les alcalis étendus; 3° en une substance qui devient soluble dans les alcalis lorsqu'elle a reçu l'influence du chlore.

» En résumé, la composition d'un tissu ligneux comme celui de chêne peut être, d'après nos analyses, représentée de la manière suivante :

Cuticule ligneuse.......	20		
Substance cellulosique...	40		
Matière incrustante.....	40	Matière soluble dans l'eau..........	10
		Corps soluble dans les alcalis........	15
		Corps transformé en acide par l'action du chlore humide................	15

» En soumettant à l'analyse élémentaire les différentes parties du tissu ligneux, nous avons reconnu que la cuticule ligneuse contient plus de carbone que la substance cellulosique; mais nous ne sommes pas encore en mesure de publier ces résultats analytiques, que nous réservons pour un travail spécial.

» La méthode que nous venons de décrire ne s'applique pas seulement à l'analyse du bois, elle convient à toutes les recherches analytiques que l'on peut entreprendre sur les tissus des végétaux.

» Nous pensons donc qu'elle est appelée à rendre de grands services à la Physiologie et à l'Anatomie végétales.

» Les réactifs chimiques appliqués ainsi à l'étude des tissus feront probablement ressortir des différences qui échappent aux observations microscopiques; ils permettront aussi de suivre les changements que l'organisme apporte dans la constitution anatomique des végétaux.

» Notre désir est de soumettre à une analyse comparative les principaux organes des végétaux. Dans une prochaine communication, nous présenterons la suite de nos recherches à l'Académie. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Extraction et propriétés de la diastase;* *par* **M. Payen.**

« Dans les communications intéressantes que M. Dubrunfaut a dernièrement adressées à l'Académie (1), l'auteur annonce que des traitements énergiques par l'alcool, en vue d'épurer la diastase, lui ont paru

(1) *Comptes rendus*, février 1866, p. 274.

altérer profondément la constitution et les propriétés du principe actif.

» Cette observation que j'ai tout lieu de croire exacte s'accorde parfaitement avec les conclusions d'expériences que j'ai consignées, en 1866, dans les *Annales de Chimie* (1). J'avais dès lors, en effet, recommandé pour l'extraction de la diastase, non-seulement d'éviter les altérations que l'alcool peut produire sur ce principe actif sécrété dans certains organismes des plantes et des animaux, mais encore j'avais signalé plusieurs conditions importantes à remplir pour le succès de cette opération délicate.

» Il ne sera pas inutile peut-être de reproduire ici un extrait de ces indications :

« On doit autant que possible faire usage d'orge de la dernière récolte, » d'une même variété, soumise à une germination régulière; éviter les causes du développement des végétations cryptogamiques qui ne manqueraient pas d'envahir les *grains* détériorés, privés de la faculté germinatrice.

» Lorsque la germination est parvenue au point convenable, c'est-à-dire » dès que presque tous les *grains* montrent la gemmule régulièrement » avancée sous le péricarpe jusqu'à une longueur égale à celle du fruit, il » faut se hâter d'effectuer la dessiccation à l'aide d'un courant d'air dont la » température ne dépasse pas 45 à 50 degrés dans aucune de ses parties.

» Lorsque les radicelles sont desséchées au point d'être toutes devenues » friables on les élimine, après avoir séparé les grains qui n'ont pas manifesté les signes de la germination (2).

» L'orge germée ainsi obtenue est réduite en poudre grossière, puis macérée durant une ou deux heures dans environ deux fois son volume d'eau » à la température de 30 degrés centésimaux. On doit alors extraire promptement du mélange la solution aqueuse limpide, par la pression et la » filtration au travers d'un filtre lavé, encore tout humide.

» Le liquide est chauffé à 70 degrés environ dans un bain-marie » d'eau dont la température est maintenue à + 75 degrés au plus.

» Dès que les *substances albumineuses* sont suffisamment coagulées, on filtre le liquide avec les mêmes soins que la première fois. La solution limpide est aussitôt soumise au traitement ci-après.

» On y verse de l'alcool, en agitant, afin d'éviter que ce réactif ne se » trouve en excès successivement dans toutes les parties où il tombe direc-

(1) *Annales de Chimie*, t. VII, p. 386 et 387, et *Annales du Conservatoire*, t. VI, p. 437.

(2) On simplifie beaucoup cette opération en choisissant dans le germoir d'un brasseur de l'orge régulièrement germée, surtout en mars, avril et mai, la faisant dessécher, éliminant les radicelles, etc.

» tement; car l'excès d'alcool pourrait amoindrir ou même paralyser l'é-
» nergie de la diastase. Par la même raison, il convient d'éviter de faire
» usage d'alcool anhydre. En tout cas, une seule précipitation peut suffire.

» La diastase est recueillie sur un filtre, on l'enlève encore humide pour
» l'étendre aussitôt sur une lame de verre ou de porcelaine et la dessécher
» à basse température, dans le vide ou par un courant d'air; enfin on la
» pulvérise (1). »

» Rappelant ensuite les résultats de nos expériences avec M. Persoz, sur la diastase qui avait dissous et transformé partiellement en glucose 2000 fois son poids de fécule, j'ajoutais : « Sans doute ce n'est pas là encore la limite
» de son pouvoir, car on ne saurait admettre que ce principe immédiat eût
» été obtenu absolument pur et exempt de toute altération. »

» Quant aux proportions de glucose directement produites par la réaction de la diastase sur la fécule, j'ai indiqué en 1862 (*Annales du Conservatoire*, t. III, p. 601) les conditions expérimentales dans lesquelles on parvient à les porter jusqu'à 0,527, ainsi que les conditions plus complexes qui permettent, avec le concours de la levûre, de transformer successivement en glucose et en alcool toute la substance amylacée. De son côté un habile chimiste, M. Musculus, avait démontré que la saccharification directe par la diastase s'arrête à un certain terme où la glucose et la dextrine, produits de cette réaction, demeurent en présence.

» M. Dubrunfaut annonce que le principe actif de l'orge germée peut fluidifier cent mille et même deux cent mille fois son poids de matière amylacée, ou produire la saccharification parfaite de dix mille fois son poids de fécule : nous serions heureux et empressé de constater ces faits importants aussitôt que nous pourrions connaître les conditions de l'expérience. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Des vaisseaux propres et du tannin dans les Musacées* (première partie); *par* **M. A. Trécul.**

« J.-J.-P. Moldenhawer (*Beiträge;* Kiel, 1812) a dit que le Bananier

---

(1) C'est à l'aide d'un traitement analogue que depuis la publication de notre premier Mémoire, on est parvenu à extraire d'autres principes actifs, également neutres, notamment la pepsine ou *gastérase*, la *pectase* (Fremy), la *synaptase* (Robiquet), la *zymaze* de la levûre et du foie (Béchamp et A. Estor).

On parviendra probablement à extraire de même la diastase salivaire et la diastase pancréatique dont l'énergie sur la substance amylacée a éte si bien constatée par M. Claude Bernard, outre l'action remarquable du même liquide du pancréas qui dédouble les matières grasses en acides gras et glycérine.

possède un suc propre légèrement blanc, qui rougit à mesure que la plante avance en âge, ou pendant la macération dans l'eau; que les vaisseaux qui contiennent ce suc sont composés de cellules oblongues superposées, dont les cloisons de séparation, percées au milieu, forment un bord annulaire membraneux autour de l'ouverture. Il a vu en outre que ces vaisseaux propres sont irrégulièrement distribués autour des faisceaux fibro-vasculaires.

» M. C.-H. Schultz disait en 1823 (*Die Natur der lebendigen Pflanze*, t. I, p. 516) que Moldenhawer a décrit les vaisseaux du latex du *Musa paradisiaca* comme des tubes articulés, parce qu'il les a examinés seulement à l'état achevé dans des parties vieilles de la plante.

» Meyen (*Phytotomie*, 1830) admettait dans le *Musa* et le *Strelitzia* un système de vaisseaux du latex limités par une membrane très-fine et formant des tubes cylindriques ramifiés et anastomosés en réseau, comme ceux qu'il croyait exister dans toute l'étendue de tous les végétaux lactescents.

» M. Unger (*Anat. und Physiol.* 1855, p. 159) rapporte les laticifères du *Musa* à sa troisième forme, qui apparaît comme des utricules très-allongées, cylindriques, çà et là gonflées et médiocrement ramifiées, dont les extrémités se terminent en pointe immesurable, ou s'unissent les unes aux autres et se fusionnent.

» M. H. Karsten signala, en 1857 (*Bot. Zeit.*) la présence du tannin dans des séries de cellules en forme de tonneau, à l'intérieur du fruit du *Musa sapientum* avant la maturité. Il a observé aussi la même substance dans des séries semblables de cellules des feuilles, et près d'elles il existait des fibres nées de la réunion de telles séries de cellules. — Rien dans les feuilles ne me rappelle ces dernières fibres. De plus, M. Karsten, qui trouve que ces séries de cellules ont de la ressemblance avec les laticifères, ne s'est pas aperçu qu'elles constituent réellement les vaisseaux propres anciennement décrits.

» En 1865 (*Comptes rendus*, t. LX, p. 228), j'ai indiqué l'identité de ces séries de cellules tannifères avec les vaisseaux du latex observés par M. Moldenhawer, dont j'avais déjà confirmé l'observation sur la structure de ces organes en 1857 (*Ann. sc. nat.*, 4e série, t. VII, p. 301).

» Je désire aujourd'hui communiquer à l'Académie des observations plus étendues sur ce sujet, et qui tirent leur intérêt principal de la distribution de ces vaisseaux étudiée plus attentivement, et de leur constitution dans quelques plantes de cette famille peu connues sous ce rapport.

» Le fruit étant la partie où ces vaisseaux propres sont disposés avec le plus de régularité et de symétrie, c'est par lui que je commencerai ma description.

» M. Karsten se borne à dire que les séries de cellules à tannin sont réparties concentriquement dans la chair du fruit. La vérité est qu'à première vue, sous un fort grossissement, elles semblent éparses et sans ordre; mais quand on les étudie sous de faibles objectifs, ou même à l'aide de la loupe, on reconnaît une certaine régularité dans leur disposition. Observées sur des coupes transversales d'une jeune banane de *Musa sinensis*, qui ne contient pas encore d'amidon, et que l'on a fait macérer dans une solution de sulfate de fer, on les remarque sous la forme de points noirs espacés dans des taches blanches, à quelque distance et autour d'un autre point plus ou moins central, dû à la présence d'un ou de quelques vaisseaux spiraux. Un grossissement un peu plus fort fait reconnaître que ces taches blanches sont constituées par un faisceau fibro-vasculaire et par du parenchyme environnant, dans lequel sont distribués les vaisseaux propres. L'ensemble des taches blanches ainsi composées est environné par une sorte de réseau formé par le reste du parenchyme moins serré que celui des taches, et rendu sombre par l'interposition d'une quantité de gaz plus grande que celle qui existe entre les cellules de ces taches blanches.

» Tous les faisceaux contenus dans ces taches n'ont pas la même composition, et il en est de même sous ce rapport dans la tige ou pédoncule commun et dans le pétiole. Les faisceaux sont ordinairement d'autant plus petits qu'ils sont plus périphériques; et ces derniers, les plus petits, ne sont formés que d'un groupe de cellules allongées, fibreuses, non épaissies, sans vaisseaux spiraux. Les faisceaux un peu plus internes et un peu plus volumineux ont un seul vaisseau spiral étroit, ou deux sur leur côté interne. Ce vaisseau augmente de diamètre dans les faisceaux plus éloignés de la circonférence; et dans les faisceaux les plus volumineux il y a, outre le gros vaisseau, quelques trachées beaucoup plus grêles sur le côté externe de celui-ci, c'est-à-dire entre lui et le groupe dit du tissu cribreux. Assez souvent aussi il en existe un ou quelques-uns, grêles également, sur le côté opposé ou antilibérien du gros vaisseau. Ils sont quelquefois annelés.

» C'est autour des faisceaux ainsi composés que sont répartis les laticifères. Ils sont en nombre variable suivant la dimension des faisceaux. Les plus petits de ces derniers sont même fréquemment privés de vaisseaux propres, et ceux qui sont un peu plus gros, mais encore dépourvus de trachées, peuvent avoir un seul laticifère, qui est situé près de leur face in-

terne. Des faisceaux plus volumineux sont accompagnés de deux, de trois ou d'un plus grand nombre de ces laticifères. S'il y en a deux, l'un est sur la face interne et l'autre sur l'un des côtés. S'il y en a trois, un d'eux est sur la face interne et deux sont latéraux, un de chaque côté. S'il y en a quatre, le quatrième est sur la face externe ou libérienne du faisceau. Autour des faisceaux fibro-vasculaires plus considérables encore, on peut observer cinq ou six vaisseaux propres, et même assez souvent sept. Le plus grand nombre des laticifères se trouve autour des faisceaux de la région la plus interne du péricarpe.

» Dans un très-jeune fruit avorté du *Musa Ensete*, qui commençait à jaunir, et qui malgré cela était très-riche en tannin, les vaisseaux propres avaient la même répartition que dans le fruit précédent, mais il y en avait jusqu'à neuf, dix, onze et douze autour des faisceaux les plus internes, et à l'entour de quelques-uns des faisceaux des cloisons de l'ovaire, ou de ceux des placentas, il existait jusqu'à quinze vaisseaux propres.

» Tous les laticifères dont il vient d'être question sont verticaux comme les faisceaux qu'ils accompagnent; mais près de la face interne du péricarpe il en est d'autres, en assez grand nombre, qui sont étendus horizontalement et parallèlement à cette face interne, comme les faisceaux qu'ils suivent latéralement, ou bien ils décrivent des sinuosités assez souvent considérables, quand les faisceaux qu'ils accompagnent sont sinueux. Ces faisceaux horizontaux ou leurs ramifications, ainsi que des branches des verticaux, et leurs laticifères, se prolongent dans les cloisons qui séparent les loges de l'ovaire, où ils sont en communication avec ceux qui s'y étendent horizontalement aussi, et qui vont aux placentas. Ces mêmes cloisons ont également des faisceaux verticaux accompagnés de même de vaisseaux propres tannifères.

» Outre ces vaisseaux propres, dirigés, soit verticalement, soit horizontalement, on observe encore sur les coupes transversales de la région interne du péricarpe des anneaux complets fort singuliers de cellules à tannin. Ces anneaux, qui ont de $0^{mm},20$ à $0^{mm},40$ de diamètre, entourent le plus souvent un faisceau vasculaire qui semble en occuper le centre, mais qui présente fréquemment des aspects variés que je ne puis décrire ici. On est tenté de croire, à première vue, que l'on a sous les yeux un faisceau entouré d'une gaîne complète de cellules à tannin. Il n'en est rien toutefois, car dans quelques anneaux il n'existe que des cellules parenchymateuses, et dans d'autres on a un groupe de vaisseaux spiraux faisant un coude. Il me paraît que ces anneaux de cellules tannifères sont dus à une disposition particu-

lière des vaisseaux propres autour de certains contournements des faisceaux vasculaires qu'ils accompagnent. Ces anneaux sont parfois reliés latéralement avec les vaisseaux du latex des faisceaux horizontaux. Dans un de ces cas, j'avais sous les yeux un tel anneau de cellules à tannin relié à un faisceau voisin, et cet anneau était de plus entouré complétement par un faisceau circulaire horizontal, qui lui-même était en partie circonscrit par un second anneau, incomplet cette fois, de cellules tannifères. Cette dernière disposition semblait surtout prouver que l'on avait affaire à un contournement spécial de quelques-uns des faisceaux.

» Dans les deux jeunes fruits mentionnés ici, on reconnaissait toujours la limite des cellules constituantes des vaisseaux propres au point de superposition. Ces cellules, dans le très-jeune fruit du *Musa Ensete*, étaient le plus souvent globuleuses, et même quelquefois déprimées suivant leur axe; moins souvent elles étaient elliptiques, et leur longueur égalait alors deux fois leur largeur. Dans le jeune fruit plus âgé du *Musa sinensis*, elles étaient plus longues, et leur paroi de séparation était déjà très-fréquemment perforée. On y voyait les globules passer d'une cellule dans une autre. Ces cellules avaient des longueurs très-diverses dans différents vaisseaux : dans les uns, elles n'avaient que $0^{mm},18$ à $0^{mm},20$ de longueur sur $0^{mm},10$ de largeur; dans d'autres, elles atteignaient de $0^{mm},30$ à $0^{mm},40$ de longueur sur $0^{mm},16$ à $0^{mm},20$ de largeur; ailleurs, ces cellules avaient de $0^{mm},45$ à $0^{mm},50$ de longueur sur $0^{mm},14$ de largeur. Les cellules du parenchyme voisin, beaucoup plus petites, n'avaient que $0^{mm},09$ sur $0^{mm},10$ ou $0^{mm},12$ sur $0^{mm},12$, et ne contenaient encore aucune substance granuleuse.

» Le suc qui sortait des coupes transversales de ce jeune fruit était un peu laiteux. Examiné sous le microscope, celui des laticifères internes était incolore, tandis que celui des vaisseaux propres externes était déjà orangé, et ses globules étaient souvent réunis en masses. Les globules de ce suc avaient de $0^{mm},005$ à $0^{mm},03$, mais dans les autres parties de la plante ils ont jusqu'à $0^{mm},05$ de diamètre. Dans le jeune fruit du *Musa Ensete*, ils avaient jusqu'à $0^{mm},055$.

» MM. Schultz et Karsten regardent ces globules comme des vésicules; M. Unger y a distingué une sorte de membrane. M. Mohl nie leur nature vésiculaire. Il m'est arrivé maintes fois de trouver de ces globules, soit normaux, soit après l'action des dissolvants, en partie vides de la substance dense qui en fait la masse principale. Après une macération très-prolongée dans l'alcool, dans la potasse ou dans l'ammoniaque, ils ont souvent paru intacts, mais souvent aussi ils étaient comme plissés, flasques; leur surface était on-

dulée comme si une membrane limitante avait perdu une partie de son contenu. Si dans ce cas particulier, et dans quelques autres plantes rares, les globules du latex ont un aspect vésiculaire, je suis convaincu que, dans la plupart des latex, ils sont tout à fait liquides. Il est vrai qu'ils peuvent devenir tout à fait solides dans les rameaux des *Clusia* (*Comptes rendus*, t. LXIII, p. 540). Ces globules des *Musa* sont entièrement dissous dans l'éther par un contact prolongé, ce qu'avaient déjà reconnu MM. Mohl et Unger. Tout cela prouve que les corps gras, s'ils en contiennent, doivent entrer pour une bien faible part dans leur constitution. Le caoutchouc, si telle est la substance soluble dans l'éther, insoluble dans l'alcool, dans la potasse et dans l'ammoniaque, en serait le principe immédiat principal.

» J'ai eu l'occasion d'observer le développement de ces globules dans quelques cellules de laticifères du pétiole du *Musa coccinea*. Ils commençaient avec l'apparence de petits corps déprimés appliqués sur la paroi interne des cellules. Ces corps, convexes du côté libre et d'abord très-surbaissés, s'élevaient graduellement; puis, quand ils avaient acquis une certaine dimension, ils se détachaient peu à peu de la paroi sous la forme de globules. La substance de ces globules, en voie de formation, renfermait une certaine quantité de tannin, car elle prenait une teinte bleue-violacée sous l'influence du sulfate de fer, bien que les globules parfaits, dans d'autres vaisseaux propres du voisinage, restassent incolores au milieu du liquide ambiant, qui devenait d'un très-beau bleu par l'action des réactifs.

» Les vaisseaux propres de la tige ou du pédoncule commun sont disposés aussi autour des faisceaux fibro-vasculaires, mais ils y sont répartis avec beaucoup moins de régularité que dans le fruit. Leur distribution ayant beaucoup d'analogie avec celle qui existe dans le pétiole, je ne m'y arrêterai pas ici faute d'espace.

» Comme dans la tige fructifère et dans le fruit, les faisceaux périphériques du pétiole sont les plus ténus. Dans la tige j'ai trouvé ces faisceaux les plus externes séparés de l'épiderme par une ou deux rangées de cellules; dans le pétiole, au contraire, ils sont au contact même de l'épiderme, et consistent chacun en un petit groupe de cellules fibreuses à parois épaisses, qui ont souvent à leur surface une ou deux séries longitudinales de cellules à tannin (*Musa rosacea, zebrina*, etc.). Les faisceaux, un peu plus éloignés de la périphérie du pétiole, ont, sur le côté interne, des vaisseaux spiraux grêles, dont un devient graduellement plus large dans des faisceaux de plus en plus distants de la surface. Les plus gros faisceaux sont partagés longitu-

dinalement en deux parties (l'une libérienne, l'autre fibro-vasculaire) qui, sur la coupe transversale, semblent unies par un col étroit dû à l'interposition du parenchyme entre ces deux parties, de manière à y produire une sorte d'étranglement sous le tissu dit *cribreux*. Le groupe libérien est composé d'un arc de fibres du liber qui embrasse plus ou moins le tissu cribreux, formé lui-même de deux sortes de cellules : les unes relativement larges, répandues entre les autres qui sont beaucoup plus étroites. Le groupe vasculaire consiste en un gros vaisseau spiral qui atteint jusqu'à $0^{mm},20$ et $0^{mm},25$ de diamètre. Il a sur sa face externe, tournée du côté du liber, quelques vaisseaux spiraux grêles, et, sur la face opposée ou interne, des vaisseaux grêles également, qui souvent sont annelés. Un groupe ou arc de cellules fibreuses, plus ou moins considérable, embrasse le faisceau sur ce même côté interne.

» Ainsi que je l'ai dit, les vaisseaux propres sont distribués autour de ces faisceaux moins régulièrement qu'autour des plus gros faisceaux du fruit. Pourtant, dans quelques espèces ou variétés, on les trouve symétriquement disposés à l'entour de bon nombre de faisceaux. Dans le *Musa vittata*, etc., par exemple, j'en ai assez souvent observé six autour d'un même faisceau. Quand il y en a six, l'un d'eux est ordinairement au dos du liber, et un autre de chaque côté du groupe libérien ; un quatrième est à la face interne du groupe vasculaire, et les deux autres sur les côtés de celui-ci. Telle est la disposition que j'appellerai *typique*. Mais il est rare que les six laticifères existent en même temps. On n'en trouve fréquemment que cinq, quatre, trois, deux, ou seulement un; mais ceux qui existent occupent une des six positions indiquées. Quelquefois, cependant, les deux *latéraux* du groupe vasculaire s'écartent de la position normale et sont alors opposés au col étroit qui sépare la partie libérienne de la partie vasculaire.

» Ces vaisseaux propres ne sont que rarement au contact même des éléments du faisceau ; ils en sont le plus souvent séparés par une ou deux rangées de cellules parenchymateuses.

» Le *Musa zebrina* m'a offert quelques exemples fort siguliers de vaisseaux propres à suc incolore, qui ne bleuissait pas sous l'influence du sel de fer. Et pourtant j'avais bien affaire à de vrais laticifères, car ce suc contenait les globules caractéristiques de ce latex.

» Dans ces faisceaux des *Musa* les laticifères ne sont pas les seuls organes susceptibles de renfermer du tannin. On en trouve assez souvent dans quelques-uns des éléments du tissu cribreux, et fréquemment aussi dans quelques-uns des vaisseaux spiraux (*Musa vittata*, *dacca*, etc.) Les plus volu-

mineux de ces derniers peuvent contenir un suc finement granuleux, un peu rosé ou faiblement rougeâtre. Ce suc coloré des vaisseaux spiraux n'est point dû à l'épanchement de celui des vaisseaux propres après la section; car le latex de ces derniers avait une teinte différente : tantôt il était rouge brique, ou orangé beaucoup plus foncé (*Musa sinensis*), tantôt il était presque incolore, tandis que le suc des vaisseaux spiraux voisins était rougeâtre (*Musa vittata*) (1). La couleur rougeâtre du contenu des vaisseaux spiraux devenait aussi plus intense au contact de l'eau ordinaire, comme Moldenhawer et M. Schultz l'avaient déjà observé pour le contenu des laticifères du *Musa paradisiaca*. En outre, ce suc des vaisseaux spiraux prenait une belle teinte indigo à reflet violacé sous l'influence de la solution de sulfate de fer (*Musa sinensis, vittata, dacca*). Je dois faire remarquer aussi que je n'ai jamais aperçu dans ce suc des vaisseaux spiraux de gros globules comme ceux que renferment les laticifères. Quelques-uns de ces gros vaisseaux spiraux, quoique dépourvus du suc que je viens de mentionner, bleuissaient, mais alors leur membrane seule était colorée. Les vaisseaux spiraux plus petits des faisceaux périphériques peuvent également se colorer en bleu, sous l'influence du même réactif. J'ai quelquefois vu aussi, avec une teinte très-légèrement rougeâtre, les vaisseaux spiraux des faisceaux grêles qui serpentent horizontalement dans le parenchyme, et qui aboutissent aux petits vaisseaux antérieurs sous-libériens des gros faisceaux verticaux. Ces faisceaux horizontaux ne vont pas d'un faisceau vertical au faisceau semblable le plus rapproché; ils passent ordinairement par-dessus un tel faisceau ou deux, en arrière du côté trachéen, pour aller s'unir aux petits vaisseaux spiraux d'un faisceau vertical plus éloigné, ainsi que cela est bien connu du reste. Ces faisceaux horizontaux s'anastomosent quelquefois entre eux.

» On rencontre aussi dans l'intérieur des faisceaux, au contact même des gros vaisseaux spiraux, des petites cellules oblongues qui ont de $0^{mm},11$ à $0^{mm},18$ de longueur, sur $0^{mm},01$ de largeur, et qui prennent une belle teinte bleue sous l'influence du sel de fer (*Musa Ensete*, etc.) Enfin, dans le parenchyme du pétiole, ainsi que dans celui de la tige et du fruit, sont éparses des utricules à tannin en assez grand nombre. Elles sont souvent de plus petite dimension que les cellules environnantes. Il y en a aussi d'assez nombreuses, arrondies, ovoïdes ou obscurément triangulaires,

---

(1) Le nom des *Musa sinensis* et *vittata* que je donne ici, ne veut pas dire que l'on retrouvera toujours, dans ces plantes, les teintes telles que je les signale ici, parce que la couleur de ces sucs varie avec l'âge, et par conséquent avec les spécimens. (*Note de l'Auteur.*)

mêlées aux cellules étoilées qui composent les cloisons transversales, par lesquelles les lacunes du pétiole sont çà et là interrompues. »

THERMOCHIMIE. — *Réponse à une Note précédente de* M. Raoult (1); *par* **M. P.-A. Favre.**

« M. Raoult, dans une voie que j'ai ouverte depuis bien des années, a publié des recherches dont je n'avais pas à parler dans ma communication.

» Les expérimentateurs et les savants sont appelés à juger ses expériences, ainsi que les conclusions qu'il a cru pouvoir en tirer.

» Je n'ai pas jugé nécessaire de faire observer à M. Raoult qu'il se trompait lorsqu'il présentait certaines considérations comme nouvelles. La science n'a rien à gagner à un débat de ce genre.

» Je ne comprends pas le motif qui a déterminé l'auteur à adresser à l'Académie quelques observations relatives à une partie de ma dernière communication. J'y répondrai uniquement pour bien établir que je n'accepte nullement cette assertion, savoir : « que mes résultats sont, dans leur » ensemble, parfaitement d'accord avec ceux qu'il a soumis à l'Académie en » 1864. »

» Il y a bien longtemps que, après M. Ed. Becquerel, Silbermann et moi nous avons montré qu'un voltamètre, introduit dans un circuit voltaïque, détruit une quantité de chaleur plus grande que celle qui est nécessaire à la décomposition accomplie. Seulement, dans mes dernières recherches, je fais voir que la décomposition accomplie par M. Raoult n'est qu'une décomposition apparente (par exemple la décomposition de l'eau dans le voltamètre acidulé par l'acide sulfurique). C'est cette décomposition réelle, et non la décomposition apparente, qui explique l'emprunt de chaleur fait à la pile, emprunt qui se montre bien supérieur à celui que nécessiterait la décomposition de l'eau, soustraction faite de la chaleur, également empruntée à la pile, qui correspond à la résistance physique du voltamètre.

» Il me semble que M. Raoult s'est formé une opinion confuse et inexacte de l'influence exercée sur la production et la distribution de la chaleur dans les couples et les voltamètres par certaines actions que j'ai appelées *secondaires*, et que j'étudie depuis 1853 (2). Les couples et les voltamètres ne diffèrent, lorsqu'ils sont convenablement construits, que par le signe de

(1) Insérée dans les *Comptes rendus* (séance du 24 janvier 1868), p. 353.

(2) Tels sont, par exemple, dans un élément de Smée, d'une part l'oxydation du zinc, la combinaison de cet oxyde avec l'acide sulfurique, l'hydratation du sulfate de zinc formé et sa dissolution dans l'eau, et, d'autre part, la déshydratation de l'acide sulfurique, etc.

l'action chimique qui s'y passe, contrairement à ce que semble penser M. Raoult. Ce physicien dit que : « il pourrait bien se produire aux élec-
» trodes des corps instables, tels que le bioxyde d'hydrogène », ce que je ne conteste pas; mais il ajoute, et je complète ici la citation qu'il fait d'un passage de son Mémoire : « Il est possible que, dans les composés oxygénés,
» ce soit le bioxyde d'hydrogène lui-même qui soit *d'abord* isolé à l'élec-
» trode positif. » C'est ce que je ne puis admettre, car le bioxyde d'hydrogène ne peut pas être un produit direct de l'électrolyse, ainsi que je l'ai démontré. Puis il ajoute : « du moins, quand le courant est fort, » ce qui est une condition contraire à sa formation indirecte. Quel serait donc, dans le cas de séparation directe du bioxyde d'hydrogène, le genre de décomposition électrolytique qui se produirait dans le voltamètre? M. Raoult continue et dit : « On voit, en effet, que, dans le voltamètre à sulfate de
» cuivre, la chaleur locale maximum est de 7997, nombre qui se rapproche
» assez de 10424, chaleur dégagée par la décomposition du bioxyde d'hy-
» drogène. » Mais puisque, ainsi que je viens de le dire, la formation directe du bioxyde d'hydrogène ne peut pas avoir lieu, on ne peut plus expliquer ainsi les différences considérables (que j'ai trouvées plus considérables encore) dans les quantités de chaleur que dégage un voltamètre à lames de platine plongeant dans le sulfate de cuivre, suivant que le courant est fort ou faible. M. Raoult ne peut donc plus parler de cette formation pour combattre l'explication que je donne du dégagement d'*une partie* de la chaleur accusée par le calorimètre qui renferme le voltamètre. J'ai dit *une partie;* je me suis bien gardé de dire *la totalité,* ce à quoi M. Raoult n'a pas fait attention lorsqu'il dit : « Si telle était en effet la cause de la chaleur *locale*
» (le passage des corps de l'*état naissant* à l'*état ordinaire*), celle-ci ne dé-
» pendrait que de l'action chimique accomplie dans le voltamètre; or c'est
» ce qui n'est pas. J'ai trouvé, en effet, qu'elle varie, etc. »

» J'ai constaté moi-même que cette quantité de chaleur variait bien plus que M. Raoult ne l'a trouvé lui-même. C'est, en effet, ce qui doit se produire lorsqu'on fait varier les conditions de l'expérience, et ce qu'on peut expliquer lorsqu'on possède des données expérimentales essentielles qui ont manqué à l'auteur de la Note. Cette action locale, due à l'action chimique, peut être supérieure ou plus faible que la quantité de chaleur due à la résistance physique du voltamètre; elle peut même être nulle, ainsi que cela peut avoir lieu dans l'électrolyse de l'acide iodhydrique (1). En effet, lorsqu'on électrolyse cet acide dans certaines condi-

(1) Dans des voltamètres à lames métalliques plongeant dans un sel de même métal

tions, et en ayant soin de ralentir l'action de la pile à l'aide d'un rhéostat qui joue le rôle de *frein*, la chaleur se distribue dans le circuit comme si le voltamètre à lames de platine (plongeant dans l'acide qui tient en dissolution de l'iode provenant d'opérations antérieures) n'existait pas, ou comme si l'iode dissous possédait la conductibilité métallique. Je dois ajouter que, dans ce cas, la chaleur locale due à la résistance physique du voltamètre n'est pas appréciable, ce qui s'explique par l'action du rhéostat. En définitive, le voltamètre, dans ces conditions, semble fonctionner comme un voltamètre à lames d'iode.

» Lorsque, en 1853, j'ai publié la première partie de mes recherches thermiques sur les courants hydro-électriques, j'ai pris pour titre : « Sur les » effets calorifiques développés par le circuit voltaïque dans leurs rapports » avec l'action chimique qui donne naissance au courant et avec les dé- » compositions électrochimiques que le courant peut provoquer. » On trouve dans ces lignes l'énoncé complet d'un phénomène complexe, que M. Raoult devait étudier plus tard sous une de ses faces. Je n'ai pas eu besoin de créer des expressions nouvelles pour me faire suffisamment comprendre.

» M. Raoult a cru « pouvoir créer des expressions nouvelles pour abré- » ger le discours. » Je le regrette, car elles rendent son exposé trop souvent obscur dans son Mémoire. Il en est de même des conclusions qu'il ne reproduit « qu'à peu près » dans sa Note, pour des motifs que je ne m'explique pas, puisque ces conclusions ne se rapportent nullement à ma communication. En effet :

» La conclusion (1°) n'est qu'un simple énoncé d'un fait qui n'avait pas besoin d'être prouvé ni discuté, et par conséquent d'être formulé d'une manière spéciale, avec une explication (de la chaleur que détruit un voltamètre, dans le circuit entier, par le courant inverse qu'il produit) donnée par M. Raoult, et que je n'ai pas à discuter ici.

» J'en dirai autant relativement à la conclusion (3°).

» Quant à la conclusion (2°), si je l'ai bien comprise en recourant au Mémoire original (*Historique*), elle serait opposée à celle de M. Ed. Becquerel, que nous n'avons fait que confirmer, Silbermann et moi, par des expé-

---

que les lames, ou bien encore dans un couple où se décompose le sulfate de zinc qui s'est formé, et qui fonctionne alors comme voltamètre à deux lames de zinc et à actions plus ou moins compensées, la chaleur locale due à l'action chimique est très-faible. C'est ce que je démontrerai dans un Mémoire que j'aurai l'honneur de présenter très-prochainement à l'Académie.

riences déjà bien anciennes, et que des expériences plus récentes sont venues confirmer encore.

» Il faut bien le dire, M. Raoult ne pouvait pas mesurer la distribution dans le circuit voltaïque de la *totalité* de la chaleur qui est mise en jeu par la pile; il ne pouvait pas régler convenablement sa dépense dans le voltamètre; il a donc demandé à ses expériences plus qu'elles ne pouvaient lui donner.

» En résumé :

» Si je n'ai rien emprunté à M. Raoult, à qui je ne pouvais rien emprunter encore, il m'a beaucoup emprunté; c'était son droit, et je serais loin de lui faire un reproche si, certainement sans s'en être rendu compte, il n'était allé plus loin dans la *récapitulation* placée à la fin de son Mémoire et que je cite à mon tour :

« 1° J'ai, le premier, mesuré et comparé la chaleur chimique et la cha-
» leur voltaïque des piles.

» 2° J'ai découvert les véritables lois qui président au dégagement de la
» chaleur dans les voltamètres.

» 3° J'ai donné, le premier, le moyen de mesurer la chaleur dégagée ou
» absorbée dans les actions chimiques accomplies sous l'influence des
» courants électriques. »

» Si, après la lecture de ces lignes et pendant deux années, j'ai gardé le silence, si même, depuis cette lecture, je n'ai pas cessé de donner à M. Raoult des témoignages d'intérêt, il doit comprendre combien il m'a été pénible de rompre ce silence. Il doit comprendre également que s'il veut entrer de nouveau dans cette voie de revendication, je ne l'y suivrai plus. Il vaut bien mieux laisser aux savants le soin de juger la valeur de nos œuvres respectives et le soin de faire la part que chacun a méritée. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le terme correspondant à l'acide benzoïque dans la série naphtalique; par* **M. A.-W. Hofmann.**

« En présentant, il y a plus d'un an, à l'Académie, un travail sur la transformation des monamines aromatiques en acides plus riches en carbone, j'ai constaté en passant l'existence d'un acide qui est à la naphtaline ce que l'acide benzoïque est au benzol. Depuis lors, j'ai préparé cet acide en plus forte proportion et, dans ces derniers temps, je me suis occupé de son étude avec un soin tout particulier. Voici les résultats de mes recherches.

» La matière première qui m'a servi à produire le nouvel acide est la naphtylamine. Cette substance, qui jusqu'à il y a peu de temps ne présentait qu'un intérêt exclusivement scientifique, se prépare maintenant en grand pour les besoins de l'industrie. Actuellement, on extrait surtout de la naphtylamine une belle substance jaune et cristallisée, l'*acide binitronaphtalique* découvert par M. Martius, et appliqué par lui à la teinture sous le nom de *jaune de Manchester*. La naphtylamine qu'on trouve dans le commerce est loin d'être un corps pur. Elle se présente sous la forme d'une masse fondue d'une couleur brune, qui renferme une certaine proportion de produits résineux, et surtout une quantité notable de naphtaline. La purification de la matière brute offre certaines difficultés; cependant on peut obtenir des cristaux suffisamment purs en la faisant cristalliser dans l'huile de pétrole.

» Il était inutile pour moi de soumettre la naphtylamine du commerce a aucune purification. Je me contentai d'y ajouter de l'acide oxalique pulvérisé, en proportion telle, que le mélange renfermât, outre l'oxalate primaire, une certaine quantité d'acide oxalique libre. Quatre parties de naphtylamine du commerce et cinq parties d'acide oxalique cristallisé m'ont donné des résultats satisfaisants.

» On soumet directement ce mélange à la distillation, dans un de ces pots de fer servant à la fabrication du cyanure de potassium, qu'on ferme par un couvercle muni d'un tube abducteur. Au commencement de l'opération, il se dégage de l'eau et de la naphtaline, qu'on laisse échapper. Mais bientôt on voit apparaître une substance huileuse qui ne tarde pas à se solidifier. Elle est composée de naphtylformamide, de naphtyloxamide, d'oxalate de naphtylamine, de naphtylamine et d'eau. Ce mélange est soumis à l'action d'un courant de vapeur d'eau, qui entraîne avec elle des quantités notables d'une huile opaque et d'une couleur brune ayant une densité plus forte que celle de l'eau.

» L'analyse de ce corps m'amène à lui donner le nom de *cyanure de naphtyle*, et me prouve que la succession des transformations de la naphtylamine sous l'action de l'acide oxalique est tout à fait analogue à celle que mes expériences précédentes ont constatée pour l'aniline et la toluidine.

» En premier lieu, l'oxalate primaire de la naphtylamine avait donné naissance à la naphtylformamide :

$$\left.\begin{matrix}(C^2O^2)'' \\ H^2\end{matrix}\right\}O^2 + \left.\begin{matrix}C^{16}H^7 \\ H \\ H\end{matrix}\right\}N = \left.\begin{matrix}CHO \\ C^{10}H^7 \\ H\end{matrix}\right\}N + H^2O + CO^2;$$

cette dernière, par la séparation d'une molécule d'eau, s'était transformée en cyanure de naphtyle :

$$\left.\begin{matrix} CHO \\ C^{10}H^{7} \\ H \end{matrix}\right\} N = C^{10}H^{7}CN + H^{2}O.$$

La purification du produit brut ne présente aucune difficulté. On sépare l'huile de l'eau en la reprenant par l'éther, on évapore l'éther; puis le résidu huileux est soumis à la distillation. Ce n'est qu'à 218 ou 220 degrés que le thermomètre devient stationnaire. La partie qui distille à cette température ne tarde pas à se solidifier. On connaît à l'odeur, au point d'ébullition, au point de fusion et aux autres propriétés, que ce corps est de la naphtaline, à laquelle se trouve mêlée une petite quantité d'une substance ayant une odeur aromatique particulière et bouillant à une température supérieure. Le point d'ébullition monte ensuite rapidement à 290 degrés, et, à 300 degrés, le reste du liquide a distillé sous forme d'un liquide jaune clair, qui se prend en une masse cristalline blanche par un séjour prolongé dans une chambre froide. L'huile se solidifie presque aussitôt par l'immersion dans un mélange réfrigérant. Une fois solidifié, il ne reprend pas l'état liquide à la température ordinaire. On peut obtenir ce corps à l'état de pureté parfaite en le laissant cristalliser dans l'alcool, où il est très-facilement soluble. Mélange-t-on la solution alcoolique avec de l'eau, le corps se sépare de nouveau à l'état d'huile, et on le voit alors se solidifier au bout de quelques minutes. Les cristaux fondent à 33°,5; fondus, ils ont une densité plus grande que celle de l'eau; le point d'ébullition est 296 degrés (corr.).

» Le nouveau produit cristallisé correspond, dans la série naphtalique, au benzonitrile de la série benzoïque. Comme on a pu le voir dans l'équation ci-dessus, il renferme

$$C^{11}H^{7}N.$$

Quoique la formation et la composition de cette combinaison indiquassent assez nettement sa place dans le système des corps, il était néanmoins nécessaire d'écarter les derniers doutes en étudiant ses transformations. En effet, si ce corps appartenait aux nitriles, il devait, soumis à l'action des hydrates métalliques puissants, fixer une molécule d'eau pour se transformer en amide, qui, à son tour, absorbant encore une molécule d'eau, donnerait naissance à la formation d'un sel ammonique. L'expérience a confirmé ces prévisions.

» Si l'on dissout le nitrile dans de la soude alcoolique, il ne se dégage

que des traces d'ammoniaque, mais, en y ajoutant de l'eau, on reconnaît de suite la transformation du nitrile en un nouveau composé. Les cristaux déposés sont peu solubles dans l'alcool et ne fondent que difficilement. On les obtient à l'état de pureté par des cristallisations répétées dans l'alcool bouillant; ils se présentent alors sous forme de fines aiguilles blanches, qui fondent à 202 degrés et se subliment à une très-haute température. L'analyse a montré que leur formule est

$$C^{11}H^{9}NO,$$

et qu'ils proviennent par conséquent du nitrile par l'assimilation d'une molécule d'eau :

$$C^{11}H^{7}N + H^{2}O = C^{11}H^{9}NO.$$

Les cristaux peu solubles sont donc l'amide dérivé du nitrile.

» On a déjà mentionné qu'il s'était séparé de l'ammoniaque lors de la formation des cristaux peu solubles.

» Le dégagement d'ammoniaque ne pouvait résulter que d'une nouvelle altération de ces cristaux. Évidemment, l'amide, fixant une seconde molécule d'eau, s'était transformé en partie en sel ammonique d'un nouvel acide

$$C^{11}H^{9}NO + H^{2}O = C^{11}H^{11}NO^{2} = C^{11}H^{7}(H^{4}N)O^{2},$$

qui, à son tour, par l'action de la soude, était devenu sel sodique en dégageant de l'ammoniaque. En effet, on n'avait qu'à ajouter de l'acide chlorhydrique à la solution alcaline pour précipiter en abondance un acide cristallin, dont les propriétés rappelaient vivement celles de l'acide benzoïque.

» L'acide dont je viens de décrire la formation est le plus intéressant des trois corps ci-dessus mentionnés. C'était évidemment le point de départ d'un nouveau groupe de composés aussi nombreux et aussi variés que ceux de la série benzoïque. Il s'agissait donc de produire l'acide en grande quantité. Pour cela, il était inutile d'obtenir le nitrile ou l'amide à l'état de pureté. On n'avait qu'à traiter le nitrile brut par une lessive de soude alcoolique jusqu'à la cessation du dégagement d'ammoniaque, à faire évaporer l'alcool et à décomposer le liquide alcalin par l'acide chlorhydrique pour obtenir un abondant précipité du nouvel acide. On purifiait l'acide en le lavant et en le faisant ensuite cristalliser dans l'alcool ou encore mieux dans l'eau bouillante, quoiqu'il y soit très-peu soluble.

» L'acide pur cristallise en aiguilles blanches, qui fondent à 160 degrés.

Solidifié après la fusion, ce corps est plus lourd que l'eau. Soumis à l'action d'une température plus élevée, l'acide se sublime, le point d'ébullition se trouve au delà de 300 degrés.

» L'acide n'a presque pas d'odeur ni de saveur; légèrement chauffé, il répand une odeur analogue à celle de la naphtaline; les vapeurs provoquent la toux. Les solutions de l'acide ont une réaction franchement acide. Elles décomposent avec facilité les carbonates alcalins.

» En me basant sur un principe dont je me suis servi déjà à plusieurs reprises, je propose de nommer le nouvel acide *acide menaphtoxylique* ou *acide naphtalinecarboxylique*. L'amide et le nitrile prendraient naturellement alors les noms de *menaphtoxylamide* et de *menaphtenylnitrile*.

» Qu'il me soit permis d'ajouter encore quelques observations que j'ai eu l'occasion de faire sur ces nouveaux corps.

» Vu la facilité avec laquelle le nitrile fixe l'eau, on ne pouvait douter qu'il fixerait aussi de l'acide sulfhydrique pour produire un corps analogue au thiobenzonitrile découvert par M. Cahours.

» En effet, le nitrile, dissous dans du sulfhydrate d'ammoniaque alcoolique et maintenu pendant quelque temps à la température de 100 degrés, se combine aisément avec une molécule d'hydrogène sulfuré et se transforme en un corps bien cristallisé, facilement soluble dans l'alcool, fusible à 126 degrés, et dont la composition est représentée par la formule suivante :

$$C^{11}H^{7}N + H^{2}S = C^{11}H^{9}NS.$$

» J'ai étudié d'une manière spéciale l'acide menaphtoxylique. C'est un acide monobasique, comme l'acide benzoïque, avec lequel il a une très-grande analogie. Le *sel d'argent* que l'on obtient en décomposant le sel ammonique par le nitrate d'argent est un précipité cristallisé presque insoluble dans l'eau. Sa composition est

$$C^{11}H^{7}AgO^{2}.$$

» Les *sels de baryum* et *de calcium* s'obtiennent en beaux cristaux peu solubles dans l'eau. On les prépare par double décomposition et on les purifie en les faisant cristalliser à plusieurs reprises.

» Le sel de baryum se présente sous forme d'aiguilles blanches. Desséchées dans le vide, elles renferment

$$\left.\begin{matrix} C^{11}H^{7} \\ C^{11}H^{7} \end{matrix}\right\} Ba'' \left\{\begin{matrix} O^{2} \\ O^{2} \end{matrix}\right. + 4H^{2}O;$$

l'eau disparaît à 110 degrés.

» Le sel de calcium revêt une forme analogue. La formule du sel desséché dans le vide est

$$\left.\begin{matrix} C^{11}H^{7} \\ C^{11}H^{7} \end{matrix}\right\} Ca'' \left\{\begin{matrix} O^{2} \\ O^{2} \end{matrix}\right. + 2H^{2}O;$$

ce sel, de même que le précédent, perd toute son eau à 110 degrés.

» Le sel de cuivre est un précipité vert; celui du plomb un précipité blanc.

» L'acide se comporte d'une manière très-caractéristique lorsqu'on le distille avec de la baryte caustique. Fidèle aux traditions de l'acide benzoïque, l'acide menaphtoxylique se scinde en acide carbonique et naphtaline,

$$C^{11}H^{8}O^{2} = C^{10}H^{8} + CO^{2}.$$

» La naphtaline ainsi obtenue possède le même point de fusion et les mêmes propriétés que la naphtaline produite par la distillation de la houille.

» En soumettant à la distillation sèche le sel de calcium, on obtient une huile aromatique qui cristallise peu à peu. C'est probablement le métone de la série.

» Si l'on fait agir l'acide nitrique sur l'acide menaphtoxylique, il se forme un bel acide nitré. Si l'on chauffe avec de l'acide nitrique concentré, on donne naissance à un corps cristallisé difficilement soluble, qui n'est plus acide.

» Mentionnons encore quelques expériences sur le chlorure correspondant à l'acide et sur les dérivés de ce chlorure.

» Mélange-t-on environ 4 parties d'acide menaphtoxylique fondu et pulvérisé avec 5 parties de perchlorure de phosphore, les deux corps agissent aussitôt l'un sur l'autre. Le mélange se liquéfie à la température ordinaire; modérément chauffé, il s'en dégage en abondance de l'acide chlorhydrique et de l'oxychlorure de phosphore. Le point d'ébullition s'élève rapidement jusqu'à 300 degrés. La fraction qui distille entre 296 et 298 degrés est le *chlorure de l'acide menaphtoxylique* à l'état de pureté. Son point d'ébullition est très-près de 297°,5. A une température moyenne, le chlorure menaphtoxylique est un liquide lourd; on le voit se solidifier quand on abaisse la température.

» Sa composition est

$$C^{11}H^{7}OCl.$$

» Il se comporte comme la plupart des chlorures des acides aromatiques.

Exposé à l'air, il absorbe de l'humidité et se transforme peu à peu en acide menaphtoxylique en dégageant de l'acide chlorhydrique. En ajoutant de l'eau, la réaction devient instantanée. Traité par l'ammoniaque, le chlorure fournit la *menaphtoxylamide* avec toutes les propriétés du corps, que l'on obtient par l'action d'une solution alcoolique de potasse sur le nitrile.

» Si l'on met en contact le chlorure menaphtoxylique avec une solution alcoolique d'aniline, on voit se former rapidement une masse cristalline blanche d'un éclat soyeux, qu'on peut facilement purifier par des cristallisations répétées dans l'alcool. Cette substance est la *menaphtoxylphenylamide :*

$$C^{17}H^{13}NO = \left.\begin{matrix} C^{11}H^{7}O \\ C^{6}\ H^{5} \\ H \end{matrix}\right\} N.$$

Elle est insoluble dans l'eau, facilement soluble dans l'alcool et fond à 160 degrés.

» Remplace-t-on la solution d'aniline par une solution de naphtylamine, il se produit le composé correspondant naphtylé, la *menaphtoxylnaphthylamide*,

$$C^{21}H^{15}NO = \left.\begin{matrix} C^{11}H^{7}O \\ C^{10}H^{7} \\ H \end{matrix}\right\} N,$$

poudre cristalline, insoluble dans l'eau et le benzole, fort peu soluble dans l'alcool, et dont le point de fusion est à 244 degrés (corr.)

» En traitant le chlorure par l'alcool absolu, on obtient l'*ethylether de l'acide menaphtoxylique*,

$$C^{13}H^{12}O^{2} = \left.\begin{matrix} C^{11}H^{7}O \\ C^{2}\ H^{5} \end{matrix}\right\} O,$$

liquide aromatique, insoluble dans l'eau, bouillant à 309 degrés (corr.)

» L'*anhydridemenaphtoxylique* se prépare facilement par le procédé connu de Gerhardt. Je me suis servi avec avantage du sel calcique desséché à 110 degrés, que j'ai mélangé avec une quantité équivalente du chlorure et maintenu pendant quelque temps à 140 degrés. Le produit de la réaction a été ensuite traité par l'eau et par l'alcool. Le résidu, dissous dans une petite quantité de benzole bouillant, a fourni l'anhydride en petits cristaux prismatiques, dont la composition est

$$C^{22}H^{14}O^{3} = \left.\begin{matrix} C^{11}H^{7}O \\ C^{11}H^{7}O \end{matrix}\right\} O.$$

Il fond à 145 degrés, est insoluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool, mais se dissout assez facilement dans l'éther et dans le benzole.

» Depuis l'époque où j'ai communiqué à l'Académie la découverte de l'acide dont je viens de tracer l'histoire, on a réussi à le préparer par un procédé évidemment préférable à celui dont je m'étais servi. M. V. Merz, en distillant un mélange de sulfonaphtalate et de cyanure de potassium, a obtenu une huile qui possède la composition et les propriétés du cyanure de naphtyle que j'ai retiré de l'action de l'acide oxalique sur la naphtylamine,

$$C^{10}H^{7}KSO^{3} + KCN = K^{2}SO^{2} + C^{10}H^{7}CN.$$

» D'après les indications de M. V. Merz, je considère les deux corps comme identiques. Traité par l'hydrate de sodium, ce nitrile donne naissance à un acide que M. Merz appelle *acide naphtalinecarboxylique*. Je suis disposé avec M. Merz à croire à l'identité de l'acide qu'il a observé avec celui dont je viens de parler dans ce Mémoire, quoiqu'il existe encore quelques divergences dans nos observations. M. Merz donne comme point de fusion de son acide la température 140 degrés; l'acide étudié par moi fond à 160 degrés. Pour écarter toute espèce de doute, j'ai répété à plusieurs reprises, après avoir lu le travail de M. Merz, la détermination du point de fusion de mon acide, et je suis toujours arrivé au même résultat. Il est possible qu'en purifiant l'acide de M. Merz par des cristallisations répétées, on arriverait à lui trouver un point de fusion identique à celui de l'acide menaphtoxylique. »

« **M. Dumas**, après avoir fait connaître à l'Académie les résultats pleins d'intérêt auxquels M. Hofmann est parvenu en comparant le nouvel acide à l'acide benzoïque et à l'acide acétique, présente quelques remarques au sujet du nom sous lequel il est désigné par l'auteur.

» Il se trouve parfaitement autorisé à témoigner le regret qu'il éprouve de voir se répandre et s'exagérer l'habitude de traduire les formules chimiques dans les noms des composés qu'elles représentent. Les découvertes de M. Hofmann sont si nombreuses, si dignes d'admiration et si vivement appréciées, que M. Dumas adresse ses remarques plus volontiers à son illustre ami qu'à tout autre.

» Sans examiner si le français se prête aussi facilement que l'allemand à la formation des noms composés et sur-composés, M. Dumas ne peut pas

admettre qu'il soit possible et qu'il soit bon de confondre les formules destinées à être écrites et les noms destinés à être prononcés.

» Ces noms complexes et souvent barbares, loin de rendre l'étude de la Chimie organique plus facile, en éloignent et rebutent tous ceux qui ne peuvent pas en faire leur étude exclusive. Où est le profit?

» Si le nom des habitants d'une ville devait se composer de celui de leurs trois ou quatre aïeux et de celui de leur père et de leur mère, la tenue des registres de l'état civil n'en deviendrait-elle pas assurément bien difficile? Ne serait-ce pas un grand effort de mémoire à accomplir que de se rappeler les noms de quelques centaines de ses concitoyens seulement? Des noms clairs et courts ne rendent-ils pas toutes ces choses simples et commodes au contraire?

» M. Dumas exprime donc le désir que l'emploi de ces noms complexes soit circonscrit aux dérivés secondaires d'un composé, et qu'on n'hésite point à leur substituer, au contraire, des noms courts et arbitraires, pour désigner tous les composés qui constituent des types proprement dits. Ce système, adopté par les sciences naturelles, est le seul qui ait permis de classer sans confusion les espèces qui s'y comptent par centaines de mille.

» Les espèces chimiques devant atteindre tôt ou tard des chiffres du même ordre, le même système de nomenclature, on le reconnaîtra bientôt, est évidemment indispensable à leur égard. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Lettre à M. le Secrétaire perpétuel, sur une éruption volcanique qui s'est produite dans l'État de Nicaragua, le 2 décembre 1867, et qui a duré seize jours; par* **M. Ramon de la Sagra.**

« J'ai l'honneur de vous adresser le numéro du *Diario della Marina*, de la Havane, du 11 janvier dernier, où se trouve la Notice d'une forte éruption volcanique qui a eu lieu, au commencement de décembre, au milieu d'une grande plaine, dans l'État de Nicaragua. L'éruption a commencé par des flammes suivies de fumée, de cendres, puis de sable, en très-grande quantité, qui, après avoir formé un cône régulier de 100 pieds de hauteur, s'est répandu jusqu'à une distance de 50 milles. A la ville de Corinto, située dans ces limites, la quantité de sable tombée était si considérable, que les travaux et les occupations des habitants dans les rues furent interrompus.

» La durée de l'éruption a été de seize jours, depuis le 2 décembre, époque

à laquelle on commença à apercevoir les flammes. Actuellement le cône de sable, élevé au centre de la plaine, est parfaitement visible de la mer. M. Dickeson, Ministre des États-Unis, lui donne une hauteur de 200 pieds (dans une Lettre écrite de Panama), et un diamètre égal au cratère du volcan formé. Le terrain couvert de sable, jusqu'à la mer Pacifique, a une étendue de 50 milles. Il paraît que, pendant l'éruption, les flammes s'élevaient à près de 30 mètres dans l'atmosphère. »

« **M. Élie de Beaumont** fait observer que l'éruption volcanique annoncée par M. Ramon de la Sagra rappelle, sous plus d'un rapport, celle du volcan de Cosigüina, arrivée le 20 janvier 1835 (voir *Comptes rendus*, t. IV, p. 801, et t. V, p. 75). Le volcan de Cosigüina, dont l'élévation ne dépasse pas 150 mètres, est situé dans la baie de Fonseca, qui fait partie de la côte de l'État de Nicaragua, du côté de l'océan Pacifique. Les cendres de l'éruption commencée le 20 janvier 1835 furent très-abondantes, et les vents les portèrent, les jours suivants, jusqu'à la Jamaïque. »

M. Marès fait hommage à l'Académie d'une brochure qu'il vient de publier « Sur la floraison de la vigne ».

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission de cinq Membres, qui sera chargée de proposer une question pour le concours du grand prix des Sciences physiques à décerner en 1870.

Les Membres qui ont réuni le plus de suffrages sont : MM. Milne Edwards, Boussingault, Cl. Bernard, Brongniart, Chevreul.

Sur la proposition de **M. Dumas**, l'Académie décide que ces cinq Membres composeront également la Commission chargée de proposer une question pour le concours du prix Bordin.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

THERMODYNAMIQUE. — *Mémoire sur le travail intérieur dans les gaz; par* **M. A. Cazin**, présenté par M. Le Verrier. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Regnault, Combes, Fizeau.)

« J'ai observé les variations de la pression dans une masse gazeuse qui a passé brusquement d'un réservoir dans un autre, depuis l'instant où l'égalité de pression a commencé à s'établir jusqu'à celui où le gaz a repris sa température initiale.

» Voici le principe de la méthode d'observation. Le gaz étant d'abord à la même pression dans les deux réservoirs, on les fait communiquer avec un manomètre à acide sulfurique, et on note la position des niveaux. On ferme une soupape qui intercepte la communication des réservoirs avec le manomètre. A l'aide d'une pompe, on fait passer une partie du gaz de l'un des réservoirs dans l'autre. On ouvre un gros robinet interposé entre les réservoirs, la détente brusque s'opère, et le robinet en mouvement ouvre à son tour la soupape du manomètre. L'appareil fait connaître à quelle époque la détente a commencé, à quelle époque la soupape a été ouverte, et on observe ensuite la position du niveau dans le manomètre à des époques également connues.

» A cet effet, un circuit voltaïque contient un électro-aimant dont l'armure porte un pinceau; le long de ce pinceau se déroule une bande de papier avec une vitesse connue. Le robinet, en tournant, ferme le circuit quand la détente commence, l'ouvre ensuite en même temps que la soupape; enfin, on ferme le circuit pendant un instant très-court à chaque lecture faite sur le manomètre. Il est facile de déduire des traces laissées sur le papier les époques que l'on a besoin de connaître.

» Soient H la différence des niveaux observée à diverses époques, H' la différence finale observée quand le gaz a repris sa température initiale; on trace une courbe ayant pour ordonnées les valeurs H — H', et pour abscisses les temps comptés à partir de l'instant où la détente a commencé.

» En augmentant graduellement l'intervalle de temps qui s'écoule depuis le commencement de la détente jusqu'à l'ouverture de la soupape, et laissant invariables les autres circonstances, on obtient une série de courbes qui se succèdent régulièrement, et dont la comparaison permet de con-

naître la courbe de la pression réelle que possède la masse gazeuse aux diverses époques. On échappe par cet artifice à l'impossibilité d'avoir un manomètre qui indique instantanément la pression variable du gaz.

» Cette méthode est analogue à celle que j'ai déjà employée, en 1862, dans une recherche sur la détente et la compression des gaz. Habituellement on observe les changements des corps à l'aide d'un instrument dans lequel une partie mobile indique presque instantanément l'état des corps. Quand le changement est très-rapide, la partie mobile est toujours en retard, et les déplacements observés ne peuvent conduire immédiatement à la connaissance du changement considéré. Mais si l'on fait varier le retard, et si l'on représente la loi du déplacement dans chaque expérience par une courbe, on peut déduire d'un grand nombre de telles courbes la loi du changement. C'est ainsi que des phénomènes aussi fugitifs que les mouvements d'une masse gazeuse deviennent accessibles à l'observation. J'ai employé un réservoir de 9 litres renfermant du gaz à 4 atmosphères environ, et un réservoir de 34 litres ou 60 litres renfermant le gaz très-raréfié. Le robinet qui séparait les deux réservoirs avait un conduit de 4 centimètres de diamètre.

» Voici le résultat général de mes expériences :

» Dès qu'on fait communiquer entre eux les deux réservoirs, l'égalité de pression s'établit dans un temps inférieur à $0^{sec},1$. Ensuite la pression croît pendant plusieurs secondes, d'abord assez rapidement, puis d'autant plus lentement que le gaz s'écarte davantage de la loi de Mariotte. La pression atteint un maximum, et décroît enfin très-lentement, jusqu'à ce que la température initiale soit rétablie.

» On explique aisément ce résultat en s'appuyant sur les principes de la thermodynamique. Au moment où l'inégalité de pression commence à s'établir, une partie du gaz tourbillonne; il y a eu abaissement de température dans la partie dilatée, élévation dans la partie comprimée. La force vive de la partie en mouvement est peu à peu convertie en chaleur, par suite la pression croît. Si les parois étaient imperméables à la chaleur, l'équilibre s'établirait sans qu'il y ait aucun travail extérieur mis en jeu, aucune quantité de chaleur prise ou cédée aux corps environnants. La température serait alors inférieure à la température initiale, et la différence serait d'autant plus grande que le gaz s'écarte davantage de la loi de Mariotte. Mais les parois fournissent de la chaleur à la partie froide de la masse gazeuse, en enlèvent au contraire à la partie chaude, sans qu'il y ait compensation exacte entre ces deux effets; en définitive, la masse totale

reçoit un peu de chaleur du dehors; par conséquent, lorsque le mélange de toutes les parties du gaz est effectué, la température est un peu supérieure à la température initiale et n'y revient qu'au bout d'un temps assez long.

» Ces observations complètent une célèbre expérience dans laquelle M. Joule a cherché l'effet thermique final qui accompagne la détente d'un gaz sans travail extérieur. Cet effet, qu'il est presque impossible d'observer dans l'eau qui environne les réservoirs, est clairement manifeste dans mes expériences. Elles fournissent, sans qu'on ait besoin d'une très-grande pression, une preuve incontestable du refroidissement spontané que subit la masse gazeuse, et font connaître diverses circonstances accessoires. On sait que ce refroidissement démontre l'existence d'une attraction moléculaire dans les gaz, et que la disparition de chaleur qui lui correspond équivaut à la production d'une certaine quantité de travail intérieur. Le calcul de ce travail, dans des conditions déterminées, est une application intéressante des formules de la thermodynamique.

» En traitant une série de problèmes relatifs à cette question, j'ai retrouvé les principales circonstances observées dans mes expériences. J'ai effectué les calculs numériques pour l'acide carbonique en employant une formule empirique qui lie la pression, le volume et la température. Cette formule a été imaginée par M. Rankine, et MM. Joule et Thomson en ont fait usage dans leurs recherches sur l'écoulement des gaz à travers de petits orifices. J'ai seulement changé les constantes de cette formule, afin qu'elle satisfît aux données expérimentales de M. Regnault, qui sont relatives à la compressibilité et à la dilatabilité du gaz acide carbonique. »

PATHOLOGIE. — *Sur une maladie grave, observée dans un troupeau de moutons; par* **MM. A. Landrin** et **L. Marchand.** (Extrait.)

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

« Le 19 février dernier, nous recevions d'un cultivateur des environs d'Amiens une Lettre dans laquelle il nous annonçait l'apparition d'une maladie grave sur son troupeau de moutons. Cette maladie revêtait, disait-il, le caractère épizootique, puisque sur trois cents bêtes environ, plus de cinquante avaient déjà été atteintes, et que sur ce nombre il avait fallu en sacrifier une trentaine, afin d'éviter une mort sans profit, ainsi que cela avait été déjà trop fréquent.

» Dans le troupeau, aucune bête n'avait été introduite depuis le mois de mars de l'année dernière : trois brebis y étaient entrées le 15 jan-

vier 1867, et l'une d'elles était atteinte déjà d'un jetage muqueux très-abondant. Parmi les symptômes observés chez les animaux malades prédominait un battement très-prononcé du flanc, auquel correspondaient, comme signes physiques du côté de la poitrine, un bruit de souffle très-vigoureux, du bruit supplémentaire et des râles sibilants. Chez les animaux très-malades, une prostration très-grande se faisait remarquer, accompagnée de plaintes que le berger compare aux plaintes humaines. Le cœur battait bien et l'auscultation ne faisait pas percevoir de bruits anormaux. Le sang était très-aqueux, et bien que l'état des malades fût très-grave et que la plupart d'entre eux fussent très-amaigris, l'appétit s'était toujours conservé.

» Quant aux lésions observées à l'autopsie, les plus importantes se trouvent dans les poumons; on y remarque, en effet, tous les désordres qu'y causent la bronchite, la pneumonie, l'apoplexie, l'hémorrhagie, l'emphysème vésiculaire, et spécialement tous les caractères anatomo-pathologiques de la phthisie pulmonaire : infiltration tuberculeuse, granulations, masses tuberculeuses, soit à l'état dur, crétacé, soit à l'état mou, caséeux, diffluent et formant parfois des cavernes remplies de pus. Enfin on a constaté dans les bronches la présence du Strongle filaire, en quantité considérable.

» Attendu la gravité de la maladie, qui se présente avec des caractères enzootiques et épizootiques, et dont le développement, par cela même, menace l'intérêt général, nous croyons de notre devoir de signaler de suite le fait lui-même, en le dégageant de toute interprétation, et d'appeler l'attention de tous ceux qui peuvent éclairer cette grave et nouvelle question. »

M. **Gérard** adresse, de Liége, le dessin des moteurs employés dans son télégraphe autographique qui fonctionnait à l'Exposition universelle de 1867, avec une Note sur quelques nouveaux perfectionnements apportés à ce télégraphe.

Cette Note sera renvoyée, comme la précédente, à la Section de Mécanique, à laquelle M. Edm. Becquerel est prié de s'adjoindre.

M. **Trépied** adresse une Note « Sur un théorème de géométrie ».

(Commissaires : MM. Bertrand, Serret.)

M. **Crémieux-Michel** adresse une nouvelle Lettre concernant un remède contre le choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

CORRESPONDANCE.

M. Tresca prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à l'une des deux places actuellement vacantes dans la Section de Mécanique.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la correspondance :

1° Un volume des Transactions de la Société royale d'Édimbourg : ce volume contient quatre Mémoires de *Sir D. Brewster;*

2° Un volume de *M. Gubler* intitulé « Commentaires thérapeutiques du *Codex medicamentarius* » ;

3° Deux brochures publiées par M. l'abbé Moigno, et portant pour titre : « Sept leçons de Physique générale par M. Augustin Cauchy » et « Les éclairages modernes ».

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Réflexions à l'occasion de la Note de* M. H. Sainte-Claire Deville *sur le sidérostat de* Foucault. Note de **M. Laussedat**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Je ne voudrais pas, au milieu des graves discussions qui s'élèvent au sujet de l'héritage scientifique de l'illustre et regretté Léon Foucault, présenter à l'Académie une revendication qui pourrait lui paraître présomptueuse. Mais il doit m'être permis, je pense, de rappeler que des épreuves photographiques intéressantes de l'éclipse de Soleil du 18 juillet 1860 ont été obtenues au foyer d'une lunette calée horizontalement dans une direction fixe et parfaitement déterminée (1), lunette dans laquelle les images du Soleil éclipsé étaient projetées à l'aide d'un héliostat de Silbermann muni d'un miroir en verre argenté par Léon Foucault, dont je m'honore d'avoir été l'ami.

» Tel est aussi, si je ne me trompe, le principe de l'instrument désigné sous le nom de *sidérostat* dans la communication de M. H. Sainte-Claire Deville.

» Je ne prétends en aucune façon, je le répète, réclamer la priorité d'une invention. Les moyens matériels mis à la disposition de l'expédition scien-

---

(1) Voir *Comptes rendus*, t. LI, p. 444.

tifique que j'ai eu l'honneur de diriger en Algérie étant extrêmement restreints, nous avions dû nous ingénier et improviser en quelque sorte des appareils. La solution que je viens de rappeler s'est présentée si naturellement à notre esprit, que nous n'avons peut-être pas assez insisté sur ce qu'elle pouvait avoir de neuf et de fécond. Nous ne l'avions cependant pas négligée, et l'année dernière nous l'adoptions encore dans une tentative faite pour observer l'éclipse annulaire du 6 mars, à Salerne (Italie). Cette dernière tentative a été contrariée par le mauvais temps; mais les résultats obtenus en 1860 par mon habile collaborateur M. Aimé Girard avaient été jugés assez remarquables par l'Académie, pour qu'il m'ait paru nécessaire de les rappeler en ce moment (1). Je le fais donc, surtout, afin qu'il soit bien établi, si le sidérostat devient plus tard un instrument astronomique de quelque importance, que l'une de ses principales applications avait été déjà faite avec succès par des observateurs français, dès 1860. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur quelques modifications apportées au procédé d'extraction de l'oxygène de l'air au moyen de la baryte ; par* **M. Gondolo.** (Extrait.)

« M. Boussingault, en 1852, a trouvé qu'en faisant passer sur de la baryte portée au rouge sombre dans un tube en porcelaine un courant d'air, cette matière absorbe l'oxygène et se transforme en bioxyde de baryum, puis que ce bioxyde de baryum chauffé au rouge vif abandonne son oxygène d'une manière tellement facile, que l'on peut fonder sur ce principe une préparation classique de ce gaz, car en répétant l'opération un certain nombre de fois, on voit se reproduire les mêmes réactions. En présence d'un certain nombre de besoins d'oxygène que réclame l'industrie, je me suis demandé si ce procédé ne pouvait pas être mis à profit pour obtenir

---

(1) Voici en quels termes le Rapport fait à l'Académie par M. Faye, en son nom et au nom de MM. Babinet et Delaunay, mentionne l'appareil dont il s'agit et apprécie les résultats obtenus :

« Un héliostat de Silbermann, muni d'un excellent miroir argenté, soigneusement vérifié par M. Foucault, renvoyait dans une lunette fixe et horizontale les rayons du Soleil dont l'image, amplifiée par un oculaire, venait se peindre sur des plaques préparées au collodion sec. Ces empreintes ont bien réussi; elles vont être soumises à des mesures micrométriques dont il nous serait difficile d'apprécier maintenant la portée au point de vue de la détermination des erreurs des Tables lunaires; ce que nous pouvons dire ici, c'est qu'*elles ont un intérêt réel au point de vue physique*, car elles confirment certaines particularités très-curieuses que le croissant a présentées aux observateurs. » (*Comptes rendus*, t. LI, p. 993.)

de grandes quantités d'oxygène, et j'ai la satisfaction d'annoncer que, grâce aux bons conseils de M. Boussingault lui-même, je suis parvenu à réaliser ce problème d'une manière complète.

» Voici quelle est la disposition actuelle de mon appareil : aux tubes de porcelaine, j'ai substitué des tubes de fer forgé ou fonte, que je recouvre intérieurement d'un lut de magnésie et extérieurement d'asbeste, afin de diminuer la porosité du métal et son usure au feu. Ces tubes sont engagés dans un fourneau en briques dont le tirage est muni de registres à coulisses, afin de changer à volonté les températures, et d'obtenir le rouge sombre et le rouge vif sans difficulté. A la baryte j'ajoute un mélange de chaux, de magnésie, et une petite quantité de manganate de potasse, ce qui empêche le *frittage*.

» J'ai pu en effet dans ces conditions faire sans discontinuer jusqu'à 122 alternatives d'oxydation et de désoxydation, et séparer ainsi d'une manière simple, facile et industrielle, l'oxygène et l'azote de l'air. Depuis six mois, mon installation a fonctionné d'une manière à peu près irréprochable. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Moyen de fabriquer des canons d'acier fondu plus résistants et moins coûteux que les grosses pièces d'acier achetées, jusqu'à ce jour, pour les vaisseaux cuirassés; par* **M. Galy-Cazalat**. (Extrait.)

« *Coulée de l'acier sous de grandes pressions.* — On sait que les moules des bouches à feu sont en sable fin, fortement tassé et maintenu par un châssis de fer percé de trous. Ces trous sont destinés à laisser passer dans l'atmosphère les gaz qui se dégagent de l'acier ou de la fonte à travers le sable et le châssis.

» Pour remplir le moule convenablement chauffé, on le fixe verticalement dans une fosse creusée au centre d'une rangée de fours à réverbères, dans lesquels la fonte est préalablement convertie en acier fondu. Cela fait, on ouvre le trou de chaque four pour laisser arriver l'acier fluide dans la bouche du moule fortement chauffé. Quand le métal liquide est presque au niveau de la bouche du moule, on arrête l'écoulement au moyen d'une *quenouillère*. Immédiatement après la coulée, on enlève l'entonnoir contenant l'excès du métal retenu par la quenouillère, puis on ferme hermétiquement le moule. Cette fermeture est opérée, en moins d'une minute, au moyen d'un chapeau de métal, dont les bords sont fixés par des boulons verticaux faisant corps avec le châssis. La circonférence de ce dernier est fermée

hermétiquement par un cordon d'amiante et de terre réfractaire, pressé sur le châssis par des clavettes de serrage enfoncées dans l'œil de chaque boulon par un coup de marteau.

» Le chapeau métallique porte au centre un tuyau vertical d'environ 10 centimètres de hauteur, muni d'un robinet à sa base, et dont l'extrémité supérieure est fermée par une rondelle de moindre résistance ou de sûreté. Supposons qu'avant de fixer le chapeau on ait introduit dans son tube, entre le robinet et la rondelle de sûreté qui se dévisse, 5 grammes de poudre composée de 80 parties de salpêtre et de 20 parties de charbon sans soufre. En ouvrant le robinet, cette poudre tombe sur le métal liquide, qui l'enflamme, en développant en deux secondes 5 litres de gaz environ, à la température de 1400 degrés.

» Ces gaz, emprisonnés entre le chapeau et la surface de l'acier liquide, produisent une pression qui se transmet instantanément sur tous les points de la masse, dont toutes les particules se rapprochent également, en expulsant à travers l'épaisseur du sable l'hydrogène protocarboné qui formait les soufflures.

» L'effet produit est équivalent à la pression d'une masselote dont la hauteur serait de 14 mètres de hauteur d'acier liquide, en admettant que l'espace compris entre le chapeau et la surface du métal ait un demi-litre de capacité.

» Comme l'expérience démontre qu'une masselote de 1 mètre de hauteur augmente la ténacité et diminue les ampoules, il est rationnel d'en conclure qu'une pression quatorze fois plus grande doit faire disparaître les bulles de gaz et augmenter considérablement la ténacité du métal.

» Quoi qu'il en soit, en donnant au châssis de fer qui entoure le moule une résistance convenable, on pourra varier les charges de poudre de manière à produire une pression durable, uniforme, générale, supérieure aux chocs partiels et irréguliers du marteau-pilon sur une grosse masse solide.

» *Conclusion.* — Un canon de vaisseau cuirassé en acier fondu et fortement comprimé, suivant notre système, pendant le temps qu'il passe de l'état liquide à l'état solide, aurait une résistance plus grande et coûterait quatre fois moins que les bouches à feu, *tout acier*, dont on a pu voir le spécimen exposé par MM. Petin-Gaudet et Jackson.

» *N. B.* Si l'on soumettait à notre système de compression les canons ordinaires en fonte de fer, il est certain que leur résistance deviendrait beaucoup plus considérable. »

CHIMIE. — *Observations sur la présence dans l'atmosphère de l'oxygène actif ou ozone* (deuxième partie); *par* **M. A. Houzeau.**

« Dans la première partie de ce travail, publiée il y a dix ans (1), j'avais établi la présence de l'ozone dans l'air atmosphérique, en me fondant sur la transformation en oxyde de potassium de l'iodure potassique neutre, exposé à l'air de la campagne, alors que le même iodure, placé, comme point de comparaison, au contact de l'air d'un appartement clos et inhabité, ou au contact de l'oxygène pur, ne subissait aucune altération.

» A cette époque, la substitution du papier de tournesol vineux mi-ioduré, au papier ioduro-amidonné de M. Schœnbein, pour l'examen de l'air atmosphérique, était un progrès sérieux, car elle circonscrivait nettement le problème météorologique en le dépouillant des termes vagues et des principes sans consistance scientifique, dont l'avaient entouré des observations dites ozonométriques faites avec le papier ioduro-amidonné, papier qui se colore sous les influences les plus diverses.

» Au contraire, l'altération par l'air de la campagne de mon papier mi-ioduré prouvait toujours, d'une manière irrécusable, qu'elle était le résultat d'un phénomène d'oxydation, puisque de tous les corps connus il n'y a que l'oxygène seul qui soit capable de former de la potasse avec le métal de l'iodure de potassium. Or, c'est la production de la potase que mon réactif signale.

» Il est vrai que cet oxygène peut à son tour éprouver des modifications qui lui communiquent des propriétés assez différentes, de manière à constituer plusieurs variétés ou espèces d'oxygène que je caractérise ainsi :

» 1° L'*oxygène inactif*, sans action sur le papier mi-ioduré humide.

» 2° L'*oxygène actif direct*, bleuissant directement et instantanément le susdit papier et ayant en outre une odeur *sui generis* caractéristique.

» 3° L'*oxygène actif indirect*, n'ayant pas d'odeur et bleuissant néanmoins indirectement, par le concours d'un autre corps, le réactif mi-ioduré, soit que cet oxygène d'ailleurs n'agisse qu'au moment où il passe de l'état libre à l'état combiné ou *vice versâ*.

» Cet état est mis en évidence, pour le sujet qui nous occupe, par les faits suivants :

» Un papier vineux mi-ioduré qui ne change pas lorsqu'il est suspendu dans de l'oxygène ordinaire pur et humide (oxygène inactif) ou même dans

(1) *Comptes rendus*, t. XLVI.

l'air, bleuit au contraire dans sa partie iodurée lorsqu'on vient à introduire dans cet oxygène ou cet air des vapeurs d'acide acétique (production d'acétate de potasse alcalin); un papier de tournesol bleu devient alors rouge. L'acide acétique n'est pas ici la cause directe de la coloration du réactif ioduré, comme elle l'est pour le tournesol bleu, car l'expérience répétée dans une atmosphère privée d'oxygène, mais contenant toujours ces vapeurs acides, fournit un résultat négatif sur le papier à base d'iodure et un résultat sur le tournesol bleu.

» Il suit de là que, le pouvoir oxydant l'air de la campagne une fois démontré par les observations faites avec mon réactif, il ne s'agissait plus pour résoudre la question que de reconnaître à laquelle de trois espèces d'oxygène signalées plus haut il fallait rapporter ce pouvoir comburant.

» Or, ce ne pouvait être à la première espèce, l'oxygène inactif, puisqu'elle est sans action sur l'iodure ; ce ne pouvait être davantage à la troisième espèce, l'*oxygène actif indirect*, en tant du moins que le corps intermédiaire agissant (influence prédisposante) serait un acide, puisque l'air de la campagne, qui bleuit en quelques heures le tournesol mi-ioduré, ne rougit pas des papiers de tournesol bleu très-sensibles, placés à côté comme témoin, alors même que la durée de leur exposition dans cet air est triple ou quintuple de celle des papiers mi-iodurés. Ils se décolorent complétement, mais ils ne rougissent pas. Et dans l'hypothèse que l'agent actif serait de la vapeur d'eau oxygénée, j'ai prouvé dans un Mémoire spécial qu'il n'en était pas ainsi. L'oxygène inactif et l'oxygène actif indirect devant être, on le voit, éliminés comme cause de la faculté oxydante de l'air de la campagne, il est rationnel et non moins logique d'attribuer cette faculté à l'oxygène actif direct, c'est-à-dire à l'ozone. Outre les preuves qui précèdent, les raisons suivantes qui militent en faveur de cette opinion méritent encore d'être prises en sérieuse considération.

» On vient de voir qu'au point de vue météorologique qui nous occupe, les caractères saillants de l'oxygène actif direct consistent dans son odeur et dans sa manière d'agir sur le papier de tournesol vineux mi-ioduré, c'est-à-dire dans une propriété physique importante et dans un caractère chimique bien défini.

» Or, si nos premières déductions sont exactes, s'il est vrai que la puissance comburante de l'air de la campagne doive être attribuée à l'ozone, l'odorat, qui est plus sensible que le papier mi-ioduré, devra percevoir dans l'atmosphère l'odeur caractéristique de l'ozone. C'est ce que mes observations personnelles confirment entièrement. Il n'est pas un seul instant dou-

teux pour moi que l'air normal respiré en grande masse a une odeur, comme il paraît avoir une couleur. Et par air normal j'entends l'air tel qu'il circule librement à la surface du globe, au-dessus des continents comme au-dessus des mers.

» On ne saurait m'objecter que l'air paraît cependant inodore au plus grand nombre des personnes, car tout le monde sait avec quelle facilité on perd la faculté de percevoir un parfum qu'on respire longtemps. Il est aisé cependant de signaler les conditions les plus favorables pour constater l'odeur de l'air. Il suffira à un observateur, après s'être bien familiarisé avec l'odeur de l'ozone dilué, de passer vingt-quatre ou quarante-huit heures à la campagne, surtout par un temps de neige, et de respirer le matin immédiatement au sortir du lit l'air qui lui arrivera du dehors par un trou fait à l'une des vitres de la croisée de sa chambre. Plus l'air de l'appartement aura été vicié pendant la nuit par le nombre des habitants, plus le contraste entre cet air et celui du dehors sera frappant.

» J'ai cherché à utiliser aussi, pour recueillir l'odeur de l'air normal, la propriété qu'ont la flanelle et les étoffes en général de condenser dans leurs pores l'ozone dilué dans l'air ou dans l'oxygène, propriété déjà signalée dans mon premier Mémoire sur l'oxygène naissant. Deux couvertures en laine, de même dimension et de même nature, furent exposées pendant plusieurs heures, l'une à l'air de la campagne, l'autre à l'air d'un appartement clos et inhabité. Rapportées en même temps dans ma chambre, que je n'avais pas quittée depuis la veille, je constatai que la première de ces couvertures répandait une odeur qui avait beaucoup d'analogie avec celle de l'ozone très-dilué, tandis que la seconde était demeurée inodore.

» Il est en outre possible que cette odeur de l'air normal et que ses intensités différentes, conséquences probables de lois encore inconnues, soient plus sensibles aux oiseaux qu'aux hommes, et qu'elles servent à les guider parfois dans leurs pérégrinations lointaines.

» Ainsi, l'air normal a une odeur qui est celle de l'ozone, et il bleuit le tournesol vineux mi-ioduré en oxydant le métal de l'iodure, caractère qui appartient également à l'ozone. Mais ce ne sont pas là les seules propriétés qu'on puisse constater sur l'air de la campagne. Cet air, comme je l'ai déjà maintes fois publié, est doué de facultés décolorantes prononcées. Des papiers de tournesol bleu ou rouge, exposés à la campagne, à l'abri de la pluie, de la rosée et du soleil, blanchissent rapidement. J'ai même pu obtenir ainsi *à froid* des incinérations de matières organiques, aussi complètes

qu'en les faisant passer à la moufle chauffée au rouge. Or, l'ozone est aussi un décolorant énergique.

» L'air de la campagne possède en outre des propriétés désinfectantes incontestables. Des serviettes et des draps de lit retirés d'un coffre au linge sale, et qu'on suspend dans un air actif aux papiers mi-iodurés, perdent avec assez de rapidité la plus grande partie de leur odeur. Rien de semblable ne s'observe dans le même temps avec l'air inactif ou l'oxygène ordinaire. Or, on sait également que l'ozone est un désinfectant au même titre que le chlore.

» Plusieurs caractères chimiques concourent donc pour prouver l'analogie de propriétés qui existe entre l'air de la campagne et l'ozone, et pour établir que c'est bien à ce dernier agent que l'atmosphère emprunte son activité chimique signalée par l'emploi des papiers vineux mi-iodurés. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Recherches sur l'emploi agricole des sels de potasse; par* **M. P.-P. Dehérain.** (Suite.)

2e série d'essais. Récolte de 1867.

« J'ai présenté, dans la Note insérée aux *Comptes rendus*, le 17 février dernier (p. 322), les résultats des expériences établies en 1867, sur le domaine de Grignon, pour contrôler les essais de 1866 : ces résultats montrent que les engrais de potasse n'ont produit aucun effet avantageux sur les betteraves et les pommes de terre; tandis que leur emploi sur ces cultures a occasionné des pertes sérieuses, il a, au contraire, déterminé un bénéfice sensible sur le froment. Ces singuliers résultats sont identiques à ceux de 1866.

» Les betteraves et les pommes de terre récoltées en 1867 ont été analysées comme celles de 1866; on a reconnu que, contrairement à ce qu'on avait annoncé en Allemagne, les engrais de potasse n'ont eu aucune influence sur la sécrétion des hydrates de carbone; on n'a pas trouvé plus de sucre dans les betteraves, ni plus de fécule dans les pommes de terre, amendées avec les sels de potasse, que dans les plantes qui n'ont pas reçu ces engrais. Il a été encore impossible de découvrir la moindre liaison entre le nombre de tubercules atteints de la maladie et la quantité de potasse que le sol pouvait fournir; le rapport des pommes de terre malades aux pommes de terre saines est, au reste, très-faible dans tous les carrés, bien qu'on ait cultivé une variété précoce et sujette à la maladie. Ces résultats confirment ceux de 1866.

» L'exemple célèbre de la réussite des phosphates fossiles dans l'ouest de la France et de leur inutilité constatée dans le nord, doit rendre le chimiste agronome très-sobre de conclusions trop générales, et doit surtout l'inviter à rassembler tous les documents qui pourront indiquer les causes qui déterminent l'emploi avantageux d'un engrais sur tel sol, et son abandon sur tel autre ; aussi, avec l'aide de mon préparateur M. Derome, j'ai déterminé la composition du sol sur lequel j'avais opéré.

» On a fait exécuter trois fouilles, pour savoir à quelle profondeur s'étendait la couche arable dans la pièce des vingt-six arpents ; on a trouvé près de l'étang le sous-sol crayeux à $0^m,90$; à 1 mètre environ au milieu de la pièce, enfin, bien qu'on ait continué à creuser jusqu'à $1^m,80$ en haut de la pièce, près du chemin de Chantepie, il a été impossible de trouver le sous-sol. On a donné dans le tableau suivant la composition du sol, pris à différents points de la surface et à diverses profondeurs ; on remarquera que la terre renferme une très-faible quantité de potasse soluble dans l'eau, ce qui était particulièrement favorable aux essais.

Domaine de Grignon. — Analyse de divers échantillons de terre pris dans la pièce des vingt-six arpents.

(Tous les nombres sont rapportés à un kilogramme de terre desséchée.)

MATIÈRES DOSÉES.	ÉCHANTILLONS pris dans le voisinage du chemin de Chantepie.			ÉCHANTILLON pris au milieu de la pièce.	ÉCHANTILLONS pris dans le voisinage de l'étang.	
	Terre de la surface.	Terre prise à $1^m,00$ de profondeur.	Terre prise à $1^m,60$ de profondeur.	$0^m,90$ de profondeur.	Terre de la surface.	Terre prise à $0^m,80$ de profondeur.
	Analyse physique.					
	gr	gr	gr	gr	gr	gr
Sable	226,5	204,0	205,0	198,7	216,0	164,0
Argile	647,5	732,5	731,5	596,3	671,0	890,8
Carbonate de chaux	126,0	63,5	63,5	205,0	113,0	25,2
	Analyse chimique.					
Carbone (des mat. organiq.)	16,170	15,150	15,100	14,950	15,320	15,250
Azote (des mat. organiques)	2,040	1,060	1,090	1,500	2,020	1,600
Ammoniaque toute formée	0,306	0,167	0,157	0,250	0,267	0,147
Acide azotique (évalué en azotate de potasse)	0,015	0,012	0,011	0,000	0,016	0,000
Acide phosphorique	0,250	0,160	0,170	0,090	0,133	0,120
Potasse	traces	traces	traces	traces	traces	traces
Chaux	70,600	35,600	35,600	115,500	63,800	12,100
Magnésie	7,52	5,31	5,24	7,8	6,900	6,0

» En jetant les yeux sur ce tableau, on reconnaît que la terre présente une composition sensiblement homogène, et qu'on peut attribuer les effets observés, non à des différences dans la composition du sol, mais aux engrais eux-mêmes ; on en peut donc tirer cette conclusion inattendue, que les betteraves et les pommes de terre, dont les cendres sont très-riches en potasse, ne bénéficient pas de l'emploi de ces engrais, tandis que le froment, qui ne renferme qu'une faible proportion d'alcali, ressent des engrais alcalins un effet sensible, conclusion appuyée sur des bases solides.

» Pour interpréter ces résultats singuliers, je rappellerai que les substances minérales peuvent se trouver dans les plantes à plusieurs états différents; elles peuvent y être simplement déposées par l'évaporation de l'eau, et on conçoit alors qu'elles n'aient qu'une médiocre importance sur le développement du végétal, mais ces substances minérales peuvent encore être combinées avec des principes immédiats, et c'est ici que la distinction devient plus délicate. En effet, ces principes immédiats ont une importance très-variable dans l'économie de la plante. Je crois, par exemple, que si la potasse abonde dans la pomme de terre, c'est parce que celle-ci renferme de l'acide citrique ; je crois que c'est la sécrétion de l'acide qui détermine l'appel de la potasse du sol dans la plante, mais on conçoit que cette sécrétion acide n'aît qu'une importance médiocre pour la plante elle-même, et que, quand même on donnera au sol une quantité notable de potasse pour saturer cet acide, la plante elle-même n'en recueillera que peu ou point d'accroissement. Si au contraire la potasse était nécessaire pour constituer un principe organisé, si, ce que j'ignore, unie à l'acide phosphorique, elle faisait partie intégrante du gluten, on concevrait que son absence fût préjudiciable et que son abondance eût une influence marquée sur la récolte.

» Quoi qu'il en soit, on peut conclure des faits recueillis en 1867 : *qu'il n'est pas possible de tirer de l'analyse des cendres d'une plante l'indication de la nature des engrais qu'il convient de lui donner* (1). »

---

(1) Nous avons formulé cette conclusion, qui ressort nettement de nos expériences, devant la Société chimique, dans la séance du vendredi 21 février, et le lendemain nous avons trouvé dans la *Revue des Cours scientifiques* (nº 12, 5e année, 22 février 1868), une confirmation bien précieuse pour nous, car elle prouve que nous sommes arrivé aux mêmes conclusions que MM. Lawes et Gilbert : nous trouvons en effet dans le discours prononcé par le général Sabine à la dernière séance publique de la Société Royale de Londres, une citation de deux célèbres agronomes anglais, ainsi conçue : « Il est surprenant de reconnaître que la tendance des recherches agricoles semble être de montrer la fausseté d'une science reposant sur l'analyse chimique de la composition d'une plante, pour se diriger dans le choix des matières qui doivent lui être données comme engrais.... »

CHIMIE. — *Note sur la sursaturation des solutions salines;* *par* **M. Lecoq de Boisbaudran.**

« J'ai eu précédemment l'honneur de soumettre à l'Académie les résultats de mes expériences sur les types cristallins que peuvent fournir les solutions sursaturées de quelques sulfates magnésiens, soit purs, soit mélangés entre eux. Je n'avais pu compléter alors l'étude des cristaux à 6 équivalents d'eau obtenus dans mes diverses solutions; je les ai examinés depuis avec plus de détail.

» On connaît deux espèces de cristaux à 6 équivalents d'eau, appartenant à la famille des sulfates magnésiens; ce sont :

(A) 1° Le sulfate de nickel à base carrée;
(B) { 2° Le sulfate de cobalt prismatique oblique;
3° Le sulfate de magnésie prismatique oblique.

» J'ai reconnu que les divers cristaux à 6 équivalents d'eau que j'obtenais dans des solutions froides, se rapportaient à ces deux types (A) et (B).

» J'ai préparé à la température ordinaire, outre les trois sels précités :

Du sulfate de cuivre à 6 équivalents d'eau, quadratique;
Du sulfate de zinc à 6 équivalents d'eau, quadratique;
Du sulfate de magnésie à 6 équivalents d'eau, quadratique;
Du sulfate de nickel à 6 équivalents d'eau, clinorhombique (1);
Du sulfate de fer à 6 équivalents d'eau, clinorhombique.

» J'ai aussi obtenu les types (A) et (B) au moyen de mélanges de deux sulfates tels que :

Sulfate de suivre....	1	qui peut fournir des cristaux quadratiques a 6 équivalents d'eau.
Sulfate de zinc......	1	
Sulfate de cuivre....	1	qui peut fournir les deux types à 6 équivalents d'eau.
Sulfate de nickel....	2	
Sulfate de fer.......	2	qui peut fournir des cristaux obliques à 6 équivalents d'eau.
Sulface de nickel....	3	
Etc.		

» On voit qu'il existe un second cas d'isodimorphisme (2) dans la série cristalline qui nous occupe; en effet les sulfates de nickel, zinc et ma-

(1) Rammelsberg parle d'un sel qui doit se rapporter au sulfate de nickel oblique, à 6 équivalents d'eau, bien que ce savant ne paraisse pas en avoir connu le degré d'hydratation exact.

(2) Le premier cas est celui des sulfates à 7 équivalents d'eau, qui sont ortho ou clinorhombiques.

gnésie cristallisent sous deux formes incompatibles et destructibles l'une par l'autre, mais contenant également 6 équivalents d'eau. Je ne crois pas qu'on ait encore signalé ce cas d'isodimorphisme.

» I. Les cristaux à 6 équivalents d'eau quadratiques obtenus dans les solutions de sulfate de cuivre sont détruits par le type clinorhombique à 7 équivalents d'eau; ce sont donc les moins stables de ceux que fournit le sulfate de cuivre.

» II. Le sulfate de fer donne des cristaux obliques à 6 équivalents d'eau au contact d'une trace de ce type (sels de cobalt, nickel, etc.). Ce sel de fer se transforme avec une grande facilité en cristaux clinorhombiques à 7 équivalents d'eau; sa stabilité est comprise entre celles des types orthorhombique à 7 équivalents d'eau et clinorhombique à 7 équivalents d'eau.

» III. L'évaporation, à 20 degrés environ, d'une solution de sulfate de cobalt, produit des cristaux obliques à 6 équivalents d'eau qui se forment aussi dans plusieurs autres circonstances, telles que le contact de précipités, etc. La stabilité de ce sel le place entre les types orthorhombique à 7 équivalents d'eau et clinorhombique à 7 équivalents d'eau; plus grande que celle du sulfate de fer correspondant, elle permet de dessécher le sel et de le conserver sec; humide, il se transforme en sulfate clinorhombique à 7 équivalents d'eau.

» IV. Le sulfate de magnésie donne, dans les mêmes circonstances que le sulfate de cobalt, un sel oblique à 6 équivalents d'eau se conservant facilement lorsqu'on le laisse dans son eau mère, mais difficile à dessécher sans lui faire perdre sa transparence. Comme stabilité, ce sel se place entre le type quadratique (*voir* ci-après) et le type clinorhombique à 7 équivalents d'eau.

» Dans des solutions très-concentrées, j'ai réussi à observer la formation d'octaèdres carrés, provoqués par le contact de petits cristaux quadratiques (préparés dans des solutions de cuivre pur ou cuivre-zinc). On voit alors une couche polyédrique, blanche, transparente, entourer un noyau coloré. Le petit octaèdre est bientôt détruit par des cristaux spontanés à 6 équivalents d'eau et obliques. De tous les sulfates de magnésie obtenus, le quadratique est le moins stable.

» V. Le sulfate de zinc fournit facilement les deux types, bien qu'ils présentent une grande différence de stabilité.

» Le sel oblique se forme dans les mêmes conditions que ceux de cobalt

et de magnésie; on l'obtient de même à 40 ou 50 degrés (1), ainsi que par le contact d'une trace d'un des sels correspondants de nickel, cobalt ou magnésie; il se conserve bien si on le laisse dans son eau mère à l'abri des poussières, mais il s'opacifie rapidement à l'air; on peut cependant le dessécher sans que l'opacification s'étende dans l'intérieur des cristaux. Comme stabilité, il se place entre les types quadratique (*voir* ci-après) et clinorhombique à 7 équivalents d'eau.

» Le type quadratique à 6 équivalents d'eau s'obtient en touchant une solution concentrée avec de petits cristaux quadratiques bien exempts de type orthorhombique; il se transforme assez facilement en cristaux obliques à 6 équivalents d'eau, c'est donc le moins stable des sulfates de zinc.

» VI. Contrairement à ce qui est généralement admis, le sulfate de nickel quadratique à 6 équivalents d'eau est détruit par le type orthorhombique à 7 équivalents même à 25 degrés.

» Le sulfate de nickel oblique à 6 équivalents d'eau, une fois sec, se conserve assez facilement, il se conserve aussi dans son eau mère sursaturée; on l'obtient dans les mêmes circonstances que les sels de cobalt, zinc et magnésie; sa stabilité est comprise entre celles des types clinorhombique à 7 équivalents (moins stable que lui) et quadratique à 6 équivalents d'eau. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches physiologiques et pathologiques sur les Bactéries.* Note de **M. C. Davaine**, présentée par M. Claude Bernard.

« Les êtres vivants offrent dans leur organisme des milieux variés, qui pourraient être envahis par les vibrioniens s'ils n'étaient préservés par un épiderme protecteur ou par d'autres moyens. On conçoit qu'une espèce de ces petits êtres introduite artificiellement dans l'un de ces milieux vivants, et qui s'y propagerait, serait accessible à nos investigations. Ainsi l'on pourrait étudier, soit les modifications qu'ils éprouveraient par leur transport d'un milieu dans un autre, soit celles que leur feraient subir divers agents

---

(1) D'après M. I. Pierre, le sulfate de zinc formé à 45 ou 55 degrés contiendrait 5 équivalents d'eau. Suivant M. Haidinger, le sel déposé au-dessus de 52 degrés serait clinorhombique à 7 équivalents d'eau. Mes expériences ne s'accordent ni avec l'une ni avec l'autre de ces opinions, car : 1° le sel en question n'est point isomorphe du sulfate de cuivre à 5 équivalents d'eau, il l'est au contraire des sulfates de nickel, cobalt et magnésie obliques à 6 équivalents d'eau; 2° il ne s'opacifie point par l'application d'une chaleur de 50 à 60 degrés, comme le fait le sulfate à 7 équivalents d'eau, clinorhombique; 3° enfin l'analyse y indique 6 équivalents d'eau.

avec lesquels ils seraient mis en rapport. C'est au moins ce qu'il est permis d'inférer de l'observation des Bactéridies charbonneuses, qui, à l'exclusion de toute autre espèce, se multiplient dans le sang des mammifères herbivores lorsque leurs germes ont été déposés dans ce liquide.

» Suivant ces considérations, j'ai cherché à placer d'autres espèces de vibrioniens dans des conditions analogues à celles qui ont permis l'étude des Bactéridies du charbon, et ces tentatives ne sont point toujours restées sans résultat.

» Les plantes grasses, dont le parenchyme contient une grande quantité de liquide, m'avaient paru convenir au but que je m'étais proposé. En effet, j'ai vu qu'un certain nombre de ces plantes étaient susceptibles d'être envahies par des vibrioniens introduits artificiellement dans leurs tissus.

» L'espèce de ces infusoires, qui fut l'objet des recherches dont je vais parler, appartiendrait, d'après ses caractères les plus ordinaires, au *Bacterium termo*. Elle fut prise dans des substances végétales réduites en putrilage par une altération semblable à celle que l'on connaît sous le nom de *pourriture*.

» L'expérience consiste simplement à introduire sous l'épiderme d'un végétal, par inoculation, une petite quantité de liquide ou de substance contenant les infusoires; toutefois en prenant quelques précautions pour que ces infusoires ne soient point entraînés avec la séve qui s'écoule, et pour que la petite plaie ne se dessèche pas. Si le végétal offre des conditions favorables, on voit, dès le lendemain, les premiers indices de l'envahissement de la plante, qui pourra être totalement détruite en peu de jours.

» *Caractères des Bactéries. — Variabilité.* — Les Bactéries dont il vient d'être question étaient agitées d'un mouvement rapide; elles représentaient des corpuscules ou filaments très-courts, qui atteignaient au plus $0^{mm},005$ de longueur. Transmises par inoculation à un certain nombre de plantes grasses, telles que l'*Opuntia cylindrica*, l'*Aloe translucens*, etc., elles se propagèrent en conservant leurs caractères primitifs; mais dans d'autres plantes elles modifièrent leur forme d'une manière très-notable. Chez l'*Aloe variegata*, par exemple, elles donnèrent naissance à des filaments qui atteignaient jusqu'à $0^{mm},03$, et qui étaient divisés en deux, trois ou quatre segments. Ces longs filaments inoculés à l'*Aloe spiralis* produisirent des corpuscules infiniment petits, qui s'offraient, aux plus forts grossissements, sous l'apparence d'une très-fine poussière. Enfin ces Bactéries, longues ou courtes, inoculées aux plantes précédemment citées, reprirent leurs caractères primitifs, à savoir ceux du *Bacterium termo*. Ces transports alternatifs sur des

plantes diverses ont été opérés un grand nombre de fois avec des résultats semblables.

» Si l'on considère cette espèce de Bactérie dans les divers milieux où elle se propage, et si l'on veut lui donner sa place dans le genre auquel elle appartient, on verra qu'elle peut être rapportée indifféremment aux diverses espèces de ce genre, c'est-à-dire du genre *Bacterium*, qu'elle pourrait même être classée dans le genre *Vibrio*. On doit conclure de là que la division du genre *Bacterium* admise aujourd'hui, et même celle du genre *Vibrio*, sont purement arbitraires.

» *Altérations pathologiques.* — Les lésions pathologiques que produisent ces Bactéries se présentent sous deux apparences très-distinctes : ordinairement les tissus se réduisent en une sorte de putrilage. Au point inoculé on observe, dès le lendemain ou le surlendemain, une tache comme huileuse, qui s'agrandit rapidement. Les parties envahies paraissent plus humides et comme œdémateuses ; elles se ramollissent et s'affaissent sur elles-mêmes. Le liquide qui remplit les tissus fourmille de myriades de Bactéries. Rarement l'altération s'arrête spontanément ; toute la plante périt si l'on ne s'oppose à l'envahissement progressif, par un moyen dont je parlerai plus loin. La seconde forme de la maladie causée par les Bactéries est une ulcération dont la marche est lente et qui n'envahit pas toute la plante. Au point inoculé, l'épiderme prend une coloration brune et se dessèche ; il recouvre une cavité à surface noirâtre, qui acquiert quelquefois plusieurs centimètres d'étendue. La surface de cette cavité est revêtue d'une pellicule mince, ayant l'apparence d'un vernis. Or, cette pellicule se montre, au microscope, formée presque exclusivement par des myriades de corpuscules infiniment petits, sans forme régulière ou déterminée. Une parcelle de cette pellicule, placée dans l'eau, se résout en tourbillons de particules mouvantes, dont le nombre semble s'accroître à mesure qu'on l'examine avec des grossissements successivement plus forts. Ces particules amorphes, dont l'aspect et l'irrégularité rappellent jusqu'à un certain point les granulations élémentaires, sont des Bactéries ; en effet, reportées par inoculation sur d'autres plantes, elles donnent des Bactéries filiformes et l'altération humide ordinaire.

» Voilà donc deux lésions pathologiques d'apparences très-distinctes qui sont au fond de même nature et le produit de la même cause.

» La première de ces altérations pathologiques s'observe sur presque toutes les plantes envahies par les Bactéries, et entre autres, sur les jeunes tiges de *Stapelia europæa*. La seconde, c'est-à-dire la forme ulcérative, est

commune sur les tiges anciennes de ce même *Stapelia*. Je l'ai fort rarement observée sur d'autres plantes.

» *Physiologie.* — La propagation de ces Bactéries par l'inoculation peut servir encore à l'étude de leurs propriétés physiologiques. J'ai reconnu, par ce moyen, que les Bactéries gardent leur vitalité malgré la dessiccation la plus complète ; j'ai constaté, en outre, que leur vitalité n'était pas perdue après un an de conservation en cet état.

» Les Bactéries, dans le liquide extrait de la plante où elles se sont développées, perdent leur mouvement vers 50 degrés centigrades ; elles périssent à 52 degrés centigrades ; en effet, après avoir été maintenues à cette température pendant huit à dix minutes, elles ne reprennent plus le mouvement, et l'inoculation pratiquée aux plantes les plus susceptibles d'être envahies reste constamment sans résultat.

» Les Bactéries desséchées supportent, ainsi qu'on pouvait le prévoir, une température plus élevée que lorsqu'elles sont humides.

» La température agit sur les Bactéries renfermées encore dans les tissus du végétal comme lorsqu'elles en sont sorties : si l'on expose une plante grasse, atteinte de ces Bactéries, à une température un peu supérieure à 52 degrés centigrades, soit 55 degrés centigrades (beaucoup de plantes grasses résistent bien à cette température), et si l'espace de temps est suffisant pour que la chaleur pénètre toute l'épaisseur de la partie malade, les Bactéries perdent le mouvement, l'altération qu'elles déterminent cesse de faire des progrès, la partie désorganisée se dessèche, et la plante continue de végéter comme si elle n'avait point été atteinte.

» Est-il nécessaire de faire remarquer la parfaite conformité du résultat de ces dernières expériences avec les observations de M. Pasteur sur les maladies du vin ?

» Nous avons vu que les Bactéries dont il vient d'être question constituent tantôt de longs filaments, tantôt de simples corpuscules ou des particules sans forme déterminée et d'une petitesse extrême. Or, j'ai constaté expérimentalement, en les soumettant, soit à une température voisine de 50 degrés centigrades, soit au contact d'un acide ou d'un alcali très-faible, j'ai constaté, dis-je, que les corpuscules les plus courts résistent mieux à ces divers agents que les corpuscules les plus longs, et qu'ils sont, par conséquent, doués d'une vitalité plus énergique.

» Ce fait me paraît digne d'attention, autant sous le rapport de la question des générations spontanées que sous celui de la pathologie ; en effet, les corpuscules les plus petits, qui sont de simples granulations et n'ont pas

les caractères morphologiques des Bactéries, possèdent une vitalité qui n'est pas moindre que celle des filaments les plus longs. Les propriétés virulentes de ces corps persistent à l'état sec, et cela pendant un an, et peut-être beaucoup plus. Ces corpuscules, réduits à l'état de poussière ou de granulations, constituent donc des *germes* dépourvus de tout caractère morphologique qui puisse les faire reconnaître, à l'examen microscopique, pour des êtres organisés. »

PHYSIOLOGIE. — *De l'emploi des courants électriques continus pour remédier aux accidents causés par le chloroforme.* Note de **MM. Onimus** et **Ch. Legros**, présentée par M. Cl. Bernard.

« Des expériences entreprises touchant l'influence de l'électricité sur la circulation du sang nous ont amenés à rechercher la cause de la mort par le chloroforme et la possibilité de l'éviter.

» L'impuissance presque absolue des moyens préconisés jusqu'à ce jour pour arrêter les accidents dus aux anesthésiques est trop évidente; du reste, il suffit d'indiquer ces moyens pour s'apercevoir que quelques-uns sont nuisibles et que les autres sont inefficaces : nous ferons pourtant une exception pour la respiration artificielle qui est évidemment utile; mais les flagellations, les aspersions d'eau froide, l'attouchement du pharynx restent naturellement sans action dès que la sensibilité est éteinte. On a conseillé encore de donner au malade une position horizontale, et cela pour combattre la syncope; mais ici nous avons affaire à une paralysie plus ou moins complète des fibres musculaires du cœur (dite *sidération du cœur* par les chirurgiens) causée par un composé chimique, le chloroforme, administré jusqu'à dose toxique, et nous doutons que la position puisse, dans ce cas, avoir une heureuse influence; quant à la faradisation avec les appareils à courants interrompus, elle ne constitue pas un moyen convenable; on ne doit pas songer à employer cet agent sur un malade dont la respiration et le cœur ont cessé de fonctionner, car son action arrête ou diminue précisément la respiration et les battements du cœur.

» Guidés par nos recherches sur l'action des courants électriques continus, nous avons tenté de nous en servir pour combattre la sidération produite expérimentalement sur les animaux par le chloroforme. Nous avons employé les piles de Remak (de 14 à 30 éléments), et nous avons expérimenté sur des chiens, des lapins, des cabiais, des rats, des grenouilles et des tritons.

» Nous ne relaterons pas toutes nos expériences, mais, pour montrer la façon dont nous avons procédé, nous supposerons que nous agissons sur un rat. L'animal est placé sous une cloche, avec une éponge fortement imbibée de chloroforme; au bout d'une minute il est complétement endormi; peu à peu la respiration devient saccadée et ne tarde pas à s'arrêter : nous le laissons encore une demi-minute sous la cloche, puis nous le retirons, et nous attendons encore une demi-minute; nous plaçons alors le pôle négatif de l'appareil dans la bouche et le pôle positif dans le rectum. Pendant quelques secondes on n'observe rien de nouveau, puis on voit reparaître les battements du cœur qui avaient cessé d'être perceptibles; enfin surviennent des inspirations d'abord incomplètes; plus tard la respiration devient normale; on peut dès lors cesser l'électrisation, le rat récupère peu à peu toutes ses fonctions.

» Nous avons pu laisser l'animal pendant deux minutes en état de mort apparente, et le ressusciter, pour ainsi dire, ensuite au moyen des courants continus.

» Si au lieu de ces courants on emploie des courants interrompus, la mort réelle en est la conséquence quand on prolonge l'électrisation; lorsqu'on ne la prolonge pas, on peut encore rappeler l'animal à la vie par les courants électriques continus.

» Sur la grenouille, l'expérience est très-intéressante parce qu'on peut suivre les diverses phases de l'empoisonnement et de l'effet de l'électricité; il suffit de mettre le cœur à nu. On voit, en continuant l'action de l'agent anesthésique, les battements du cœur diminuer de force, puis cesser : si l'électricité est alors employée comme nous l'avons indiqué, le cœur recommence à battre. Une grenouille étant abandonnée sur une table après une expérience de ce genre présentait, au bout de vingt-quatre heures, une immobilité complète du cœur, les extrémités des pattes étaient desséchées; et pourtant l'électrisation, qui n'avait plus aucune influence sur les muscles volontaires, amenait encore des contractions du cœur.

» Pour les rats et les cabiais, nous avons employé quatorze piles Remak; ce nombre n'est déjà plus suffisant pour les lapins, et pour les chiens trente éléments suffisent à peine. On réussit mieux alors en plaçant le pôle négatif sur le pneumo-gastrique mis à nu. Il faudrait donc pour l'homme employer des appareils électriques qui fourniraient une tension considérable. Il est vrai que chez l'homme, lorsqu'on cherche à abolir la sensibilité, on n'arrive jamais à un empoisonnement aussi complet que celui qui est produit expérimentalement chez nos animaux.

» Dans certains cas, au lieu de donner immédiatement de fortes doses de chloroforme pour amener la sidération, nous avons produit un empoisonnement lent. On peut ainsi faire absorber à l'animal d'énormes quantités de chloroforme sans le tuer; mais, en prolongeant l'action de l'anesthésique, on arrive à faire cesser la respiration et la circulation, et souvent alors il est impossible de rappeler la vie par l'électricité : cela tient à ce que le cœur est devenu incapable de se contracter même sous l'influence des excitants les plus énergiques. Si l'on ouvre le thorax et que l'on applique directement sur le cœur les rhéophores d'une forte pile ou même les courants d'induction, on n'obtient aucune contraction : il est clair que dans ce cas on est en face d'un cadavre, et que tous les moyens doivent échouer. Mais si les fibres musculaires du cœur conservent quelque contractilité, les courants continus la mettront en jeu; dans presque tous les cas où il y a arrêt ou ralentissement de la respiration et de la circulation, on peut faire la même tentative avec succès. C'est ainsi que nous avons accéléré les mouvements du thorax et du cœur sur des animaux en hibernation complète dont le réveil a été rapide. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur le pigment des Phycochromacées et des Diatomées.* Note de **MM. G. Kraus** et **A. Millardet,** présentée par M. Brongniart.

« *Phycochromacées.* — En 1849, Nægeli a donné le nom de *phycochrome* à cette matière colorante d'un bleu verdâtre, que l'on observe dans beaucoup de plantes inférieures, notamment chez les Oscillarinées, les Nostocacées et les Collémacées. Ce nom représentait jusqu'à ces derniers temps un pigment parfaitement simple, et l'on avait perdu de vue les observations plus anciennes de Kützing qui y avait indiqué la présence de deux principes colorants, l'un bleu, soluble dans l'eau, qu'il avait nommé phycocyane, l'autre consistant en chlorophylle ordinaire.

» En 1867, MM. Cohn et Askenasy montrèrent que ce phycochrome se composait d'un pigment soluble dans l'eau, auquel ils conservèrent le nom de phycocyane donné par Kützing, et d'un autre, soluble dans l'alcool qu'il colore en beau vert. Pour eux, ce second pigment est de la chlorophylle ordinaire.

» De nouvelles expériences ont confirmé une partie des résultats obtenus par ces deux derniers observateurs : ainsi la phycocyane a été constatée dans toutes les Phycochromacées sur lesquelles on a expérimenté; mais il

s'est trouvé que la solution alcoolique verte, outre la chlorophylle, contient constamment, dans ces plantes, un pigment jaune ou *phycoxanthine*.

» C'est au moyen de la liqueur verte obtenue par la digestion dans l'alcool à 36 degrés de l'*Oscillaria limosa* (Roth) et de plusieurs espèces du même genre, qu'il est le plus facile de préparer de grandes quantités de ce nouveau pigment. Cette liqueur, après avoir été agitée fortement avec deux fois son volume de benzine, se sépare par le repos en deux couches. La supérieure est verte, constituée par la benzine qui s'est emparée de la chlorophylle; l'inférieure, d'un beau jaune d'or, est formée par l'alcool qui retient la phycoxanthine en dissolution. Après avoir décanté soigneusement, on lave de nouveau la solution de phycoxanthine avec de nouvelles quantités de benzine, jusqu'à ce que celle-ci ne se colore plus en vert, puis on laisse évaporer à une température de 40 degrés centigrades et à l'abri de la lumière. Le résidu est constitué par de la phycoxanthine et quelques matières salines.

» Cette nouvelle matière se présente sous forme d'un enduit visqueux, amorphe, couleur de terre de Sienne sous une certaine épaisseur. Elle ne se dépose pas d'une manière uniforme, mais figure le plus souvent des sortes de dessins dendritiques qui, à un faible grossissement, se montrent formés de gouttelettes agglutinées d'une façon irrégulière. Son odeur, qui est assez pénétrante, rappelle celle de l'urine. Sa formule chimique est encore inconnue.

» Dans l'eau la phycoxanthine se gonfle mais ne se dissout pas. Sous l'influence des acides sulfurique et chlorhydrique concentrés, elle prend d'abord une coloration vert sale, puis bleu intense, et elle finit par se dissoudre dans ces réactifs en les colorant en bleu. Exposée à l'influence de la lumière, elle se décolore très-vite et se change en une matière jaunâtre.

» L'alcool absolu et étendu la dissout parfaitement; l'éther, la benzine et le sulfure de carbone un peu moins.

» La solution alcoolique offre une odeur légèrement urineuse. Vue par transparence, elle est d'un jaune d'or en couche mince; sous une grande épaisseur elle offre une coloration rouge-brique. Exposée à la lumière, elle se décolore plus rapidement encore que la solution alcoolique de chlorophylle, mais moins complétement. Sous l'influence de volumes égaux d'acides sulfurique ou chlorhydrique concentrés, elle se colore en bleu indigo. La potasse et l'ammoniaque ne l'altèrent pas d'une manière sensible. L'ébullition n'agit sur elle qu'à la longue.

» Ainsi qu'on le voit, les réactions chimiques de la phycoxanthine indi-

quent dans cette substance une grande analogie avec la chlorophylle. Il en est de même pour les propriétés physiques.

» Au spectroscope, elle se distingue de la chlorophylle par une décroissance plus prompte du vert et par l'apparition très-tardive d'une bande d'absorption extrêmement faible entre les raies C et D de Frauenhofer. En couche très-épaisse, elle ne laisse plus passer que les rayons jaunes voisins de la raie D et les rouges compris entre *a* et B.

» Comme celle de chlorophylle, la solution de phycoxanthine offre une fluorescence très-énergique; mais tandis que pour le premier de ces pigments la couleur de la fluorescence est du plus beau rouge carminé, pour la phycoxanthine elle est d'une teinte rouge-brique.

» La présence de cette nouvelle matière colorante a été constatée dans les genres : *Oscillaria*, *Calothrix*, *Nostoc*, *Collema*, *Peltigera*, *Stictina*, enfin dans les *Diatomées*.

» Il est à peine nécessaire d'insister sur les différences que présente la phycoxanthine comparée aux pigments végétaux de même couleur, la phylloxanthine (Fremy, *Comptes rendus*, t. LXI, p. 188) et l'anthoxanthine (Nægeli). La plus importante consiste dans la fluorescence si énergique de la phycoxanthine, fluorescence qui est absolument nulle dans les deux autres matières colorantes (pour l'anthoxantine, *voyez* Hofmeister, *Handbuch der phys : Botanik*, I, 377). De plus, la phylloxanthine cristallise facilement, tandis que la phycoxanthine est toujours amorphe.

» *Diatomées*. — De même que le pigment des Phycochromacées a été regardé pendant longtemps comme une matière colorante simple, de même celui des Diatomées passe jusqu'à présent pour être d'une nature tout à fait spéciale. Nægeli lui a donné le nom de *diatomine*.

» Plusieurs expériences faites pendant la belle saison sur différentes espèces de Diatomées, notamment sur le *Diatoma vulgare* qu'il est facile de se procurer parfaitement pur de tout autre organisme végétal, ont montré que la diatomine est composée de chlorophylle et de phycoxanthine.

» Ces deux matières colorantes ont été extraites et séparées au moyen de l'alcool et de la benzine par le procédé indiqué plus haut.

» Ces plantes ne renferment aucun pigment soluble dans l'eau.

» Chez les Phycochromacées il eût été difficile, à raison de la petitesse de ces plantes et de l'exiguïté encore plus grande de leurs organes élémentaires, de décider sous quelle forme s'y trouve la phycoxanthine. Est-elle dissoute dans le liquide cellulaire, combiné au protoplasma, ou bien, comme la chlorophylle, imprègne-t-elle des granules de matière albuminoïde? La grosseur des corpuscules de pigment chez les Diatomées permet

de répondre avec certitude que cette dernière supposition est la vraie; encore un nouveau trait de ressemblance entre les deux matières colorantes.

» Il était intéressant de démontrer d'une manière certaine la présence de la chlorophylle chez les Diatomées, et de ramener ainsi les phénomènes de la respiration et de la nutrition chez ces plantes au type commun. Comme tous les végétaux non parasites, les Diatomées forment la plus grande partie des substances organiques nécessaires à leur existence et à leur accroissement aux dépens de l'eau et de l'acide carbonique. Chez elles, c'est encore, ainsi que l'a le premier nettement établi M. Sachs, la chlorophylle qui est l'organe de cette réduction, la lumière communiquant à celle-ci la force nécessaire pour surmonter l'affinité de l'oxygène pour le carbone et l'hydrogène.

» Quant à la phycoxanthine, ses affinités physiques, chimiques et morphologiques avec la chlorophylle laissent prévoir qu'elle joue également un rôle important : lequel? C'est ce qu'il est impossible d'établir jusqu'à présent. »

M. **Isnard** adresse une Note concernant la détermination de l'équivalent de l'aluminium. Le procédé employé par l'auteur consiste à attaquer le métal par l'acide chlorhydrique. Il trouve que 9 grammes d'aluminium, attaqués par l'acide chlorhydrique pur, donnent invariablement, après calcination, 17 grammes d'alumine : d'où il conclut que 9 représenterait l'équivalent de l'aluminium, par rapport à l'hydrogène pris pour unité.

M. **Béchamp** adresse une Note concernant la fermentation propionique de l'acide succinique et de l'acide malique, en n'employant que de la craie à *mycrozyma* et de la viande lavée. « La formation de l'acide propionique a été constatée, ajoute l'auteur, avec le plus grand soin : c'est la première fois peut-être que cet acide a été obtenu dans une fermentation réduite ainsi à ses termes les plus simples. »

M. **Marguet** adresse une Note « Sur la convenance d'adopter pour le thermomètre centigrade météorologique une échelle dans laquelle 100 indiquerait le *point de glace*, et 200 indiquerait la température de l'eau bouillant sous la pression normale ».

M. **Liandier** adresse une Note « Sur les variations d'intensité de la combustion de l'alcool ».

A 5 heures, l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 6 heures.

D.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 MARS 1868.

PRÉSIDENCE DE M. DELAUNAY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Président de l'Institut informe l'Académie que la prochaine séance générale trimestrielle doit avoir lieu le mercredi 1[er] avril, et la prie de vouloir bien désigner un de ses Membres pour la représenter, comme lecteur, dans cette séance.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Tissu ou trame de cellulose extrait directement d'un épiderme; par* **M. Payen**.

« Dans mes différentes recherches sur les développements des végétaux, j'ai fait connaître un grand nombre d'exemples où la trame des cellules de divers tissus, d'abord facile à extraire avec ses formes primitives, et douée des propriétés ainsi que de la composition élémentaire de la cellulose, peut soit immédiatement, soit avec les progrès de la végétation, être injectée de substances organiques et minérales qui masquent ses propriétés caractéristiques.

» Dès que des matières azotées, grasses et salines, ont ainsi pénétré les parois des cellules dans toute leur épaisseur, il devient tellement difficile d'éliminer ces substances étrangères, que l'on a cru voir dans ce mélange intime une substance organique particulière, dont la cellulose,

disait-on, ne faisait pas partie; on a cru même y voir un principe immédiat nouveau.

» Lorsque, par l'analyse, je suis parvenu, comme Mitscherlich plus tard, à extraire de l'épiderme des plantes un principe immédiat, identique par sa composition et ses propriétées avec la cellulose, mais désagrégé et amorphe, on pouvait croire et dire que c'était là un produit des transformations effectuées par les réactifs énergiques dont nous avions fait usage.

» Ce fut afin de chercher à lever ces objections, ou d'en constater la justesse, que j'entrepris d'extraire d'un épiderme la cellulose inaltérée, conservant ses formes primitives, sa structure, sa composition et ses propriétés, à l'aide des procédés et des réactifs qui, dans des conditions égales, n'altéraient en rien la cellulose elle-même, formant des fibres textiles ou des cellules non injectées ni incrustées. Ce fut en réfléchissant à la difficulté de faire pénétrer rapidement les dissolvants concentrés dans toute l'épaisseur des parois sans attaquer et désagréger les parties superficielles, que je fus conduit à essayer d'affaiblir ces dissolvants, de prolonger et d'épuiser graduellement leur action.

» Dans la première quinzaine de janvier 1868, profitant des basses températures durant plusieurs journées, j'ai soumis à une congélation complète plusieurs tubercules de pommes de terre d'une variété (*Chardon*) à épiderme plus résistant que celui de quelques autres variétés.

» Cet épiderme fut facile à enlever après le dégel des tubercules; on le soumit successivement à l'action de l'eau acidulée par 0,04 d'acide chlorhydrique réel, pendant huit jours, et à des lavages pour enlever notamment tout le phosphate de chaux, puis à l'acide acétique étendu de 5 volumes d'eau pendant deux jours, enfin au même acide plus concentré durant sept jours. Après des lavages complets et l'égouttage, on ajouta une solution de potasse à 0,1, entretenue dans une étuve à la température variant en vingt-quatre heures de + 30 à + 70 degrés centésimaux. Cette solution fut renouvelée dans les mêmes conditions, à des intervalles égaux, cinq fois du 10 février au 5 mars. Cette fois seulement le liquide n'avait pris aucune coloration; après de nouveaux lavages à l'eau distillée et égouttage, on immergea les membranes dans l'acide acétique à 8 degrés pendant cinq jours, la température variant chaque jour en vingt-quatre heures entre + 25 et + 50 degrés centésimaux. On termina par des lavages complets par l'eau distillée, à laquelle ont fit succéder immédiatement des traitements par l'alcool anhydre trois fois renouvelé, par l'éther qui fut enlevé à son tour à l'aide de l'alcool, puis de lavages à l'eau.

» Les membranes étaient alors devenues très-souples et blanches, légèrement nacrées, telles que je les présente à l'Académie; sans doute leur pureté ne pouvait encore être considérée comme absolue, car chacun des réactifs, à sa dernière application, avait encore enlevé des traces sensibles des substances organiques ou minérales graduellement extraites du tissu épidermique; mais celui-ci, examiné sous le microscope, ne manifestait aucun signe d'altération; quelques grandes cellules bien moins résistantes du tissu interne laissées comme témoins n'étaient pas sensiblement attaquées.

» Un minime lambeau du tissu épidermique ainsi épuré et tout humide, observé au microscope, mis en contact avec une solution aqueuse légèrement alcoolisée d'iode, puis successivement avec trois gouttes d'acide sulfurique à 60 degrés, offrit peu à peu la teinte bleu indigo que manifeste la cellulose membraniforme épurée (1). Au bout d'une heure et après quarante-huit heures, les cellules alors disjointes de cette membrane épidermique se maintenaient teintes en bleu intense, tandis que dans de semblables conditions l'épiderme à l'état naturel résiste et présente une coloration d'un jaune orangé rabattu ou brun. Ces membranes épidermiques épurées étaient entièrement solubles dans le réactif de Schweitzer d'où l'acide chlorhydrique précipitait la cellulose pure amorphe. Ainsi donc, la cellulose débarrassée lentement par des réactions ménagées, qui ne pouvaient changer sa constitution propre, avait repris ses propriétés caractéristiques et sa composition normale : $C^{12} H^{10} O^{10}$.

» Le succès obtenu en appliquant la méthode nouvelle à l'une des membranes les plus difficiles a épurer de toutes les matières étrangères à la cellulose qui en forme évidemment la trame, ne pouvait que me confirmer dans l'espérance d'extraire une semblable trame de la cuticule épidermique des tiges, des feuilles et des fruits. J'ai commencé cette étude en séparant d'abord, par les moyens les plus simples et les réactifs les plus inoffensifs pour la cellulose, l'épiderme d'un *Cereus Peruvianus* (2) en trois parties parfaitement distinctes : la cuticule, les cellules épidermiques sous-jacentes et les pectates interposés entre de fines lamelles de cellulose dans toute l'épaisseur des parois des cellules où pénètrent les canalicules : ces pectates

(1) Quelques cellules montraient une teinte jaune orangée faible qui disparut bientôt à mesure que dans cette partie même de la membrane prédominait la coloration bleue caractérisant la cellulose.

(2) Que je dois à l'obligeance de notre confrère M. Decaisne, Directeur des cultures du Muséum d'histoire naturelle.

forment aussi la substance qui agglutine ces cellules entre elles et avec la cuticule; il suffit pour effectuer cette séparation d'enlever d'abord mécaniquement le tissu utriculaire qui renferme les granules verts, de tenir immergé, pendant huit jours, l'épiderme entier dans l'eau, acidulée par 0,04 d'acide chlorhydrique réel; on lave à épuisement, on immerge dans l'eau ammoniacale qui, formant un pectate d'ammoniaque soluble, disloque à l'instant même les trois éléments du tissu; les cellules, avec les prolongements de leur paroi interne qui constituaient des canalicules clos, se tiennent en suspension dans le liquide avec les corpuscules azotés qu'ils renferment; la cuticule seule conserve sa forme en une membrane continue; on isole la solution incolore par un simple tamisage; les cellules sont ensuite séparées de la cuticule par des lévigations soigneusement répétées. Je présente à l'Académie ces trois parties nettement isolées sans la moindre altération dans leur texture.

» Le pectate d'ammoniaque peut être transformé par le chlorure de calcium qui forme un pectate de chaux gélatineux, ou par l'acide chlorhydrique qui met en liberté l'acide pectique sous forme de gelée incolore, diaphane; les cellules épurées offrent, comme je l'ai démontré, la composition et les propriétés de la cellulose : quant à la cuticule épidermique, je vais la soumettre à la nouvelle méthode d'épuration qui m'a si bien réussi pour l'épiderme des tubercules, et je ferai connaître le résultat, quel qu'il soit, de ces tentatives.

» Mon intention est de soumettre aux mêmes épreuves décisives la cuticule des fibres ou cellules ligneuses dont j'avais indiqué, avant 1859, la présence, les formes et la résistance à l'acide sulfurique, plus grande que celle des cellules qu'elle enveloppe (*Précis de Chimie industrielle*, 4e édit., t. II, p. 13 et *fig.* 8, *Pl. XVIII*) (1), en même temps que je rappelais la nature complexe, la plus grande teneur en carbone et l'excès d'hydrogène des matières organiques incrustantes.

» On a vu précédemment, dans mon Mémoire sur la fabrication du papier avec la cellulose fibreuse du bois, ajoutée en proportion de 20 à 80 pour 100 aux pâtes de fibres textiles, qu'en traitant à la température de 100 degrés les tissus ligneux pendant douze heures par l'acide chlorhydrique usuel étendu de 10 parties d'eau, MM. Bachet et Machard étaient parvenus à transformer en glucose, puis par la fermentation en alcool, la cellulose spongieuse renfermant les matières incrustantes. On ménageait ainsi la cellulose périphérique plus résistante pour la formation des pâtes à papier, tandis que d'autres procédés, peut-être aussi économiques, per-

(1) Les observations récentes de MM. Fremy et Terreil sur ce point ajoutent une confirmation précieuse à mes anciennes observations.

mettent d'extraire dans de vastes exploitations manufacturières en France, en Amérique et en Allemagne, la cellulose fibreuse des bois de peuplier, des conifères, etc. (1).

» Je me propose de soumettre les tissus ligneux au même traitement, suivant la méthode nouvelle, en évitant tout emploi d'agents chimiques trop énergiques, tels que le chlore et l'acide azotique, en vue d'extraire la cellulose normale sans la moindre altération, avec sa structure, sa composition et ses propriétés, et d'essayer de répondre ainsi à quelques objections qui persistent encore, malgré les grandes démonstrations expérimentales précitées.

» En renonçant ainsi aux réactifs énergiques, mon but principal est d'extraire, outre plusieurs principes immédiats tels qu'ils existent dans les tissus, la cellulose inaltérée de divers organismes des végétaux où sa présence était encore contestée.

» Je suis heureux de voir que, malgré quelque altération variable et inévitable lorsqu'on fait usage du chlore, les proportions de cellulose que j'avais observées entre 40 et 60 centièmes dans les différents bois se rapprochent beaucoup ou se confondent même pour une des essences forestières avec les proportions trouvées par MM. Fremy et Terreil, qui, d'ailleurs, entrant dans une voie différente, nous ont indiqué déjà plusieurs faits intéressants. »

COSMOLOGIE. — *Météorite tombée le 9 juin 1867, en Algérie, à Tadjera, près Sétif, province de Constantine; par* **M. Daubrée.**

« L'Académie sait déjà, grâce à la Note intéressante de M. le colonel Augeraud (2), que le dimanche 9 juin 1867, les habitants des environs de Sétif furent mis en émoi, vers $10^h 30^m$ du soir, par un phénomène extraordinaire. L'apparition dans le ciel d'un globe de feu très-brillant fut suivi de violentes détonations, et l'on recueillit auprès de Tadjera des masses, dont la chute coïncidait certainement avec l'arrivée du bolide.

» Une enquête à laquelle nous nous sommes empressé de procéder, nous permet de joindre des détails plus circonstanciés au récit qu'on a déjà lu. Les principaux nous sont fournis par M. Panisse, avocat à Sétif, auquel les indigènes apportèrent successivement à peu près tous les fragments des deux pierres recueillies.

---

(1) Ce Mémoire, inséré dans les *Annales du Conservatoire impérial des Arts et Métiers*, a été reproduit dans deux excellents recueils spéciaux : le *Journal des fabricants de papier* et le *Moniteur de la papeterie française*.

(2) *Comptes rendus*, t. LXV, p. 240.

» Un de ces Arabes fit à M. Panisse le récit suivant : « Hier au soir, vers
» 10 heures, nos tentes ont été subitement éclairées par une longue traînée
» de feu descendant du ciel. Une forte détonation s'est fait entendre. Nous
» avons vu cette traînée de feu sillonner le sol à plus d'un kilomètre. Cette
» formidable détonation a effrayé tous nos troupeaux, qui ont pris la fuite
» dans toutes les directions. Ce matin nous avons suivi le sillon, et à l'ex-
» trémité, à plus de 30 centimètres de profondeur, nous avons trouvé une
» pierre dont je t'apporte tout ce que j'ai pu avoir. »

» M. Panisse ne conserva pas pour lui les échantillons qu'il possédait. Il les remit à M. le colonel Augeraud, pour être transmis à M. le maréchal Gouverneur général de l'Algérie.

» D'après le récit des indigènes, la trajectoire aurait été fort peu inclinée à l'horizon, et le bolide n'aurait fait explosion qu'à peu de distance de la surface du sol; il aurait creusé dans la terre un sillon d'un kilomètre de longueur.

» La production d'un pareil sillon n'est pas mentionnée dans les récits de chutes analogues.

» M. Panisse a été lui-même examiner ce sillon, et les parois lui ont semblé « presque entièrement calcinées. » Il aurait été bien intéressant d'examiner le sol, le long de ces parois et d'en recueillir des échantillons.

» La lumière du bōlide a été vue à Constantine, qui est située à plus de 120 kilomètres du point de chute, ainsi que l'a constaté M. le Dr Louis Coste, professeur d'histoire naturelle au lycée franco-arabe de Constantine, avant d'avoir connaissance de l'arrivée simultanée de pierres.

» Quant à la détonation, elle a été entendue à 35 kilomètres à la ronde.
« Les habitants des Eulmas, au nord-est, et ceux d'Aïn-Taguerouth, au sud-
» ouest, dit en effet M. Panisse, les uns et les autres à une distance d'au
» moins 35 kilomètres de l'endroit où les aérolithes ont été trouvés, m'ont
» dit l'avoir entendue. »

» Suivant le récit de M. Musculus, pharmacien militaire, on aurait distingué deux détonations. On a vu dans le Rapport de M. le colonel Augeraud que des témoins assurent en avoir entendu trois.

» C'est, comme on l'a vu, le lendemain du jour de la chute que l'on recueillit les deux météorites.

» D'après M. Mœvus, ingénieur en chef des mines à Constantine, l'une des masses pesait $5^{kil},760$ et l'autre $1^{kil},700$.

» La première, c'est-à-dire la plus volumineuse, est arrivée à très-peu près complète dans la galerie du Muséum. C'est elle que l'Académie des Sciences a reçue de M. le maréchal duc de Magenta, Gouverneur général de

l'Algérie, qui s'est empressé de la mettre à sa disposition, et qu'elle a généreusement offerte à la collection du Muséum.

» La seconde a été brisée et les morceaux, séparés entre diverses mains, se trouvent aujourd'hui réunis pour la plupart au Muséum par la générosité des personnes qui les possédaient, et auxquelles je me fais un plaisir d'adresser mes vifs remercîments, au nom du Muséum.

» M. Mœvus a bien voulu offrir un échantillon de 777 grammes et des fragments plus petits pesant ensemble 152 grammes. M. Panisse, qui avait conservé deux échantillons, l'un de 620 grammes, l'autre de 350, nous les a également offerts avec la plus grande obligeance.

» L'échantillon principal, celui de $5^{kil},760$, qui a presque entièrement conservé la surface qu'il avait au moment de la chute, présente une forme fragmentaire à arêtes émoussées, de même que dans le plus grand nombre des cas. Il a grossièrement la forme d'une pyramide à quatre faces, dont les angles à la base seraient tronqués. Quant à cette base, au lieu d'être plane, elle est creuse; son périmètre est de 42 centimètres, sa plus grande dimension de 14 centimètres. La pyramide elle-même a 16 centimètres de hauteur.

» Les échantillons de 620 grammes et de 350 grammes présentent aussi des formes fragmentaires à angles fortement émoussés. Ils ont conservé une partie de la surface et des angles de la masse dont ils ont été détachés. Il en est de même du morceau de 777 grammes.

» La météorite de Sétif se distingue de la plupart des météorites par la teinte noire que présente assez uniformément sa cassure. Cependant de rares parties grises et lithoïdes y sont disséminées.

» Dans la pâte noire et mate, on remarque des grains à éclat métallique, de deux espèces.

» Les uns, jaune de bronze, consistent en sulfure ou troïlite. Ils sont remarquablement nombreux, la plupart très-petits, et imprègnent toute la masse. Cependant quelques-uns sont beaucoup plus volumineux, présentent des dimensions de 4 à 5 millimètres, et l'un même de 18 millimètres. Quoique durs, ils s'égrènent assez facilement sous la pression d'une pointe d'acier.

» Les autres grains, à éclat métallique, se distinguent des premiers, d'abord parce qu'ils sont gris d'acier; en outre, au lieu d'être cassants comme les premiers, ils sont tenaces et ductiles; enfin, ils sont de forme tout à fait tuberculeuse. Beaucoup ont 2 à 3 millimètres, et quelques-uns atteignent 8 millimètres; ils sont répartis d'une manière très-variable; dans quelques parties ils sont très-rapprochés, et on peut en constater trois ou quatre dans 1 centimètre carré. Ils consistent en fer nickelé. La cassure

ne les montre qu'à un œil très-attentif, tandis qu'ils apparaissent nettement sur une surface polie. Dans cette même circonstance, au contraire, le sulfure, tout à l'heure si net, s'efface en quelque sorte.

» La masse pierreuse noire dans laquelle ces grains métalliques sont disséminés, et qui forme la plus grande partie de la masse, est très-dure; elle ne se raye pas à la pointe d'acier; elle raye le verre fortement et avec la plus grande facilité. Cette roche météorique est également d'une ténacité supérieure à celle de la plupart des météorites.

» En examinant une tranche assez mince pour être transparente, on est surpris de rencontrer, au lieu de la teinte noire et uniforme de la cassure, beaucoup de parties transparentes et incolores, qui se sont isolées. Elles occupent même souvent plus de moitié de la superficie totale. Ces grains incolores sont entièrement à l'état cristallin et agissent sur la lumière polarisée. Beaucoup d'entre eux présentent des contours hexagonaux dont la disposition rappelle la section de certains prismes rhombes, à arêtes tronquées, tels qu'en présentent souvent le péridot et le pyroxène. Certains de ces cristaux sont fendillés irrégulièrement, à la manière de ceux des trachytes. D'autres présentent des stries parallèles, semblables à celles qui ont été citées ailleurs (1) et qui sont dues, soit à des plans de clivage, soit à l'existence de faisceaux parallèles d'aiguilles d'enstatite.

» La pâte noire colorée dans laquelle sont disséminés les grains incolores, de manière à rappeler la structure porphyroïde, n'est pas homogène, ainsi qu'on peut le constater par l'examen dans la lumière réfléchie. On y distingue aussi les nombreux grains ou grumeaux, qui consistent en fer nickelé.

» Quant à leur surface externe, les pierres de Sétif se distinguent des autres masses de même origine par l'absence de la croûte vitreuse ou *vernis* qui recouvre généralement les météorites.

» D'un autre côté, cette surface externe diffère des parties intérieures que montre la cassure, parce qu'elle est unie et polie, comme par l'effet d'un frottement qui aurait laissé en saillie les nombreux grains de fer nickelé. Aussi cette surface, à part les saillies, est-elle douce au toucher, au lieu d'être rude comme la cassure fraîche (2).

---

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. LXII, 1866, p. 374.

(2) On peut ajouter qu'une partie de la surface présente un enduit blanc, jaunâtre, effervescent, qui paraît résulter du frottement contre une roche calcaire. Sur d'autres parties, l'enduit est rougeâtre et de nature argileuse.

Si, comme on l'annonce, la météorite a tracé elle-même sur le sol un sillon de 1 kilomètre de longueur, elle n'a pu le faire sans frotter les parois, en tournant sur elle-même, et par conséquent, elle aurait pu perdre aussi le vernis qu'elle aurait eu primitivement. Toutefois

» A quelle circonstance particulière peut-on attribuer cette absence de croûte?

» Elle coïncide avec un degré de fusibilité moindre que celui des météorites du type commun.

» Toutefois, la météorite qui nous occupe n'est pas infusible, ainsi qu'on peut le reconnaître au chalumeau, et que l'apprend mieux encore l'essai dont il sera question plus loin. Elle présente donc un intérêt spécial en nous apportant, peut-être pour la première fois, une limite supérieure de la température à laquelle correspond la production de la croûte, et qui paraît se produire lors de la vive incandescence qui accompagne l'arrivée des masses météoriques dans notre atmosphère. Sans examiner si, lors des diverses chutes, cette température ne varie pas, ce qui est au moins probable, on reconnaît en tout cas qu'elle n'a pas été assez élevée, lors de la chute de Sétif, pour fondre la surface.

» D'une part, la météorite de Sétif résiste dans les conditions où se fondent le feldspath orthose et le pyroxène augite; d'autre part, elle est parfaitement fusible à la température des essais de fer.

» C'est à cette température, en effet, que la météorite a été soumise à l'École des Mines, dans le laboratoire d'essais. Elle était placée dans un creuset brasqué de charbon, contenu lui-même dans un autre creuset brasqué. On a ainsi obtenu une masse lithoïde qui s'était moulée sur la brasque, à la manière d'une substance parfaitement fondue, et qui renfermait de nombreuses grenailles métalliques et à surface drusique. Ces grenailles ne consistent pas seulement en fer; il en est un certain nombre qui sont jaunes, cassantes, et formées de sulfure de fer.

» A la surface de la partie lithoïde obtenue par fusion, on peut observer de nombreuses aiguilles incolores, qui, examinées au microscope, ont montré des angles très-nets, voisins de 87 degrés, comme ceux qui correspondent au clivage de l'enstatite; la cassure elle-même montre de longues aiguilles grises et nacrées, rappelant également tout à fait l'enstatite, et particulièrement celle qui se montre après la fusion de la météorite tombée à Bishopville, États-Unis d'Amérique, le 25 mars 1843. En outre, on y distingue des cristaux rectangulaires qui ont l'aspect du péridot. La masse paraît donc consister, comme dans les produits de fusion d'autres météorites (1), en un mélange de cristaux, présentant les formes de ces deux espèces minérales.

cette circonstance, à part d'autres considérations, n'expliquerait pas l'absence de croûte dans les parties creuses, et particulièrement à la base de la plus grosse météorite.

(1) *Comptes rendus*, t. LXII, 1866, p. 202.

» Cette expérience a montré aussi que la météorite de Sétif perd par sa fusion sa matière colorante noire, ce qui peut provenir non pas d'une volatilisation, ni seulement d'une réduction, mais de ce que le sulfure disséminé auquel cette coloration paraît due, comme on va le voir, se réunit en globules.

» On a pu remarquer à cette occasion que pour réussir la cristallisation des produits de fusion des météorites, il faut des précautions particulières, et avant tout, une température très-élevée et un refroidissement très-lent; car un premier essai fait au chalumeau à gaz n'avait donné qu'une masse vitreuse, très-boursouflée par des bulles.

» La densité de la météorite de Sétif que M. Mœvus avait trouvée de 3,54, à 11 degrés, a été trouvée par M. Stanislas Meunier, sur un autre échantillon, de 3,595, à la température de 10 degrés. Elle se rapproche de celles des météorites les plus communes, et notamment de : Agen (Lot-et-Garonne), 1814; Seres (Macédoine), 1818; Utrecht (Hollande), 1843; Montrejeau (Haute-Garonne), 1858; etc.

» La météorite de Sétif, dont un premier essai chimique avait été fait à Constantine par M. Mœvus, a été analysée au laboratoire de Géologie du Muséum par M. S. Meunier, qui a obtenu les résultats suivants.

» Réduite en poudre, elle abandonne au barreau aimanté 8,32 pour 100 de substance magnétique, consistant exclusivement en fer nickelé renfermant 8,4 pour 100 de nickel.

» Traitée par l'acide chlorhydrique, elle est partiellement attaquée et dégage beaucoup d'hydrogène sulfuré. La partie attaquable représente 71,20 pour 100 du poids total, et la partie inattaquable, par conséquent, 28,80 pour 100.

» Voici séparément l'analyse de ces deux parties :

	Partie attaquable.	Oxygène.	
Silice	24,70		13,17
Magnésie	23,36	9,12	10,48
Protoxyde de fer	6,10	1,36	
Soude	traces		
Alumine	0,44		
Sulfure de fer	8,04		
Fer nikelifère	8,32		
	70,96		

	Partie inattaquable.	Oxygène.	
Silice	14,50		7,73
Magnésie	2,32	0,90	3,44
Protoxyde de fer	8,08	1,79	
Chaux	2,66	1,79	
Soude, Potasse	traces		
Alumine	1,20		
Sesquioxyde de chrome	0,12		
	28,88		

» La partie attaquable renferme, comme on le voit, un peu plus de silice que n'en exige la formule du péridot. L'idée qui se présente naturellement

serait d'attribuer cet excès à la présence d'un silicate plus riche en acide silicique, et partiellement attaquable. Toutefois la faible quantité d'alumine n'autorise pas à admettre l'existence d'un feldspath, en quantité notable.

» La composition minéralogique de la pierre de Sétif peut donc être exprimée comme il suit :

Silicate attaquable	50,46
Silicate inattaquable	33,08
Fer chromé	0,20
Sulfure de fer (troïlite)	8,04
Fer nickelé	8,32
	100,00

» Le sulfure de fer, dont la proportion est, comme on voit, considérable, paraît être la cause de la nuance remarquablement foncée de cette pierre.

» Ainsi qu'on pouvait le prévoir, la proportion relative de silicate inattaquable augmente à la suite de la fusion. Au lieu du nombre 28,80, on a trouvé après la fusion 59,01. Par la réduction, une partie du péridot passe donc à l'état d'un silicate plus acide, qui paraît être de l'enstatite.

» Ajoutons que dans le même essai l'azoto-carbure de titane s'est décelé par sa couleur rouge de cuivre. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Des vaisseaux propres et du tannin dans les Musacées* (seconde partie); *par* **M. A. Trécul.**

« Dans la dernière séance, j'ai décrit les vaisseaux propres tannifères qui existent au pourtour des faisceaux fibro-vasculaires du fruit, de la tige ou pédoncule commun et des feuilles des *Musa*, où ils sont composés de séries continues de cellules superposées. Une partie de ma communication concernant la distribution des laticifères dans la lame de ces feuilles n'ayant pu, faute d'espace, trouver place dans le dernier *Compte rendu*, je la joins ici à ce que j'ai à dire des organes qui renferment le tannin dans quelques autres plantes de la même famille.

» Toutes les Musacées que j'ai pu étudier ont une structure assez semblable ; malgré cela, plusieurs d'entre elles offrent des différences considérables sous le rapport des vaisseaux propres. Examinons d'abord ceux de l'*Urania guyanensis* et du *Strelitzia reginæ*.

» Ces deux plantes ont des faisceaux fibro-vasculaires constitués à peu près comme ceux des *Musa*. Vers la surface du pétiole il y a, épars sous l'épi-

derme, à son contact dans l'*Urania guyanensis*, à la distance d'une ou deux cellules de cet épiderme dans le *Strelitzia*, des petits faisceaux de fibres épaissies, dont la paroi est munie de pores très-ténus, au moins dans le *Strelitzia*. Ces fascicules fibreux sont dépourvus de vaisseaux comme ceux des *Musa*. D'autres faisceaux plus forts, purement fibreux aussi, sont placés à la distance de 5 à 7 cellules de l'épiderme dans le *Strelitzia*. Tous les autres faisceaux sont munis de vaisseaux, et le diamètre des faisceaux internes est plus grand que celui des externes. Leur système vasculaire s'accroît aussi graduellement jusqu'à un certain degré, ainsi que le diamètre de leur vaisseau principal. Ces faisceaux, comme ceux des *Musa*, présentent sur la coupe transversale une sorte d'étranglement ou col, entre leur groupe vasculaire et leur groupe cribro-libérien. Ce dernier groupe, dans une feuille âgée de l'*Urania guyanensis*, me paraît se distinguer de celui des *Musa*, en ce que les fibres épaissies, à la manière du liber, occupent en grande partie la place du tissu dit cribreux, qui se dessine beaucoup mieux chez les *Musa*. D'un autre côté, les faisceaux fibro-vasculaires, voisins de la face interne de la gaîne de la feuille du *Strelitzia*, possèdent sur leur côté vasculaire antilibérien un groupe fibreux qui étend considérablement le faisceau suivant le rayon du pétiole.

» Ceci étant établi, voyons maintenant si nous trouverons, autour de ces faisceaux, des laticifères semblables à ceux qui accompagnent le système fibro-vasculaire des *Musa*. Quand on fait des coupes transversales du pétiole d'une des deux plantes nommées, qui ont macéré dans une solution de sulfate de fer, on observe, surtout après l'exposition des coupes ou des tronçons du pétiole à l'air, des cellules à tannin à peu près dans les mêmes positions que celles qu'occupent les laticifères des *Musa*. Ainsi, dans un pétiole de feuille de *Strelitzia reginæ*, traité comme je l'ai dit, on pourra trouver : une cellule à tannin au dos du liber, une de chaque côté du groupe cribro-libérien, une sur un des côtés du col ou rétrécissement situé entre ce groupe et le groupe fibro-vasculaire, une de chaque côté de ce dernier groupe, et une, rarement deux, derrière le croissant fibreux qui limite le faisceau sur son côté interne ou vasculaire. Tel est l'état le plus parfait que j'aie observé. Pour que la symétrie fût complète dans cette distribution des cellules à tannin autour des faisceaux, il n'en manquait qu'une sur l'un des côtés du col correspondant à la ligne de contact du groupe cribro-libérien et du groupe vasculaire proprement dit.

» Il en est de même autour des faisceaux du pétiole de l'*Urania guyanensis ;* mais, comme je l'ai fait remarquer pour les *Musa*, les vaisseaux à

tannin n'existent pas toujours dans toutes ces positions à la fois, et il arrive souvent qu'il en manque à plusieurs des points désignés. Telle est la répartition des cellules tannifères près des plus gros faisceaux. Il en existe aussi, il est à peine nécessaire de le dire, au voisinage ou au contact des plus petits faisceaux périphériques, près desquels on en pourra trouver une de chaque côté, quelquefois deux, et une ou deux autres à quelque autre place de leur surface.

» De même aussi que chez les *Musa*, le parenchyme interposé aux faisceaux enserre des cellules tannifères éparses, le plus souvent isolées, quelquefois plus petites que les cellules ordinaires de ce parenchyme.

» Il semble donc, d'après cela, qu'il y ait parité complète sous ce rapport entre les *Musa* d'une part, l'*Urania guyanensis* et le *Strelitzia reginæ* d'autre part, et c'est là sans doute ce qui a engagé Meyen à penser qu'il existe dans le *Strelitzia* un système de laticifères continu comme celui qu'il admettait dans les *Musa* et dans toutes les plantes lactescentes. Il n'en est pourtant point ainsi ; car lorsque l'on fait des coupes longitudinales du pétiole du *Strelitzia* et de l'*Urania* désignés, macérés dans la solution ferrugineuse, on est tout surpris de n'apercevoir, à la place des laticifères continus, composés de cellules superposées, que des utricules isolées et courtes, semblables à celles du parenchyme environnant, lesquelles, il est vrai, sont assez souvent dans la même rangée verticale de cellules chez l'*Urania guyanensis*, mais qui, chez le *Strelitzia reginæ*, ne sont fréquemment pas toutes dans une telle rangée verticale de cellules parenchymateuses, en sorte que, dans ce dernier cas, l'on n'a pas même la ressource de pouvoir croire qu'une série donnée de cellules représente un laticifère, dont seulement quelques-uns des éléments contiendraient du tannin, tandis que les autres en seraient privés, comme j'ai vu ce principe immédiat manquer quelquefois dans des laticifères très-étendus dans le *Musa zebrina*, ainsi que je l'ai dit dans la première partie de ce travail (p. 468 de ce volume).

» Il va de soi qu'outre les cellules à tannin qui accompagnent les faisceaux, il y en a d'autres qui sont éparses dans le parenchyme. Elles sont surtout assez nombreuses dans le parenchyme vert périphérique du pétiole du *Strelitzia reginæ*.

» Les cellules tannifères du pétiole d'une feuille encore jeune de ce *Strelitzia* m'ont offert une particularité remarquable. C'est que certaines cellules contenaient, après la macération, des globules verts ou d'un beau jaune, tandis que chez d'autres cellules semblables les globules avaient été colorés en bleu violacé avec plus ou moins d'intensité. Ces globules avaient de

$0^{mm},005$ à $0^{mm},015$ de diamètre. Ils semblaient tout à fait liquides, et plusieurs paraissaient être unis deux à deux ou en plus grand nombre, de manière à former de petites masses irrégulières. Ce liquide rappelait celui qui est jaune chloré dans beaucoup de cellules de la moelle des jeunes rameaux de quantité de *Rosacées*, etc. (*Comptes rendus*, t. LX, p. 1039). Ce liquide jaune n'est pas une solution de tannin, mais en lui se forme de l'acide tannique vrai.

» En outre des cellules spéciales principalement destinées à contenir le tannin, on s'aperçoit quelquefois que la membrane des autres cellules parenchymateuses en est imprégnée en petite quantité, ce que l'on reconnaît après la macération et l'exposition à l'air dans une vieille feuille de *Strelitzia*. Il en est de même de la membrane des cellules du tissu cribreux, ainsi que du contenu de ces cellules, qui se colore souvent jusqu'au noir. Les fibres du liber d'une telle feuille méritent aussi d'être mentionnées. Par l'exposition des coupes à l'air, après la macération, les fibres de groupe libérien proprement dit et les fibres situées au côté interne ou vasculaire des faisceaux, quelquefois les cellules allongées qui environnent les vaisseaux, prennent une belle teinte bleu-violet, excepté pourtant les deux ou trois rangées les plus internes des fibres du liber, c'est-à-dire les plus rapprochées du groupe cribreux, qui se ne coloraient pas du tout, ou bleuissaient seulement les dernières.

» Dans l'*Urania guyanensis* et dans le *Strelitzia reginæ*, les cloisons placées çà et là à travers les lacunes qui parcourent longitudinalement le pétiole possèdent aussi de petites cellules tannifères arrondies, ovoïdes ou un peu triangulaires à angles mousses, entre leurs cellules étoilées constituantes, comme dans les *Musa*. Dans le *Strelitzia reginæ*, je n'ai pas trouvé toutes ces cloisons formées de cellules étoilées à six à huit branches ; vers la région supérieure du pétiole, les cloisons étaient composées de cellules polyédriques, auxquelles étaient mêlées de plus petites cellules à tannin, dont les angles étaient occupés par de larges pores ou méats qui, à la jonction de trois cellules, faisaient communiquer entre elles les lacunes placées au-dessus et au-dessous de chaque cloison.

» Il me reste maintenant à examiner la distribution des cellules à tannin dans la lame des feuilles. Étudions d'abord celles des *Musa*.

» Dans le *Musa sinensis* la lame de la feuille présente la structure suivante sur une coupe transversale : Sur chaque face est un épiderme composé de deux couches de cellules, une externe formée de cellules très-étroites ; une interne formée de cellules beaucoup plus grandes. Sous l'épiderme supérieur

est une strate très verte, épaisse et dense, composée de deux ou trois rangées de cellules oblongues perpendiculaires à l'épiderme ; sous l'épiderme inférieur est une strate fort mince de deux ou trois rangées de petites cellules riches en chlorophylle comme celles de la strate supérieure. Entre ces deux strates vertes est un tissu lacuneux, formé de cellules plus grandes et à grains verts beaucoup plus rares.

» Le parenchyme ainsi constitué est traversé par des nervures de puissance diverse, et dont les plus faibles sont extrêmement étroites ; mais toutes, quelque minces qu'elles soient, s'étendent d'un épiderme à l'autre. Là, sous chaque épiderme, elles sont limitées par un groupe de cellules libériennes à parois épaisses, proportionné à la dimension de la nervure ; et ce groupe libérien est souvent plus fort sous l'épiderme supérieur que sous l'inférieur. Entre ces deux groupes de cellules fibreuses sont les autres éléments du faisceau, qui, s'il est très-ténu, peut ne contenir qu'un seul vaisseau spiral grêle, situé au-dessus de la région moyenne de la nervure. Si celle-ci est plus forte, elle peut avoir deux ou plusieurs vaisseaux, dont l'un est beaucoup plus large que les autres, comme dans les faisceaux du pétiole, de la tige et du fruit. Ces nervures sont, de plus, limitées latéralement par des cellules dont la largeur va en diminuant, de la région moyenne du faisceau constituant vers les deux groupes libériens supérieur et inférieur.

» Toute nervure autre que la grosse nervure médiane, dont la structure correspond à celle du pétiole, quel que soit son volume, possède deux paires de vaisseaux propres tannifères. L'une est placée vers la face interne de la strate de parenchyme vert et dense du côté supérieur de la lame ; l'autre paire est vers la face interne de la strate mince du tissu vert qui recouvre l'épiderme inférieur. Par conséquent, il y a de chaque côté du faisceau, en haut et en bas, un vaisseau propre.

» Cette disposition est d'autant plus remarquable que dans les nervures secondaires des Aroïdées, qui ont des vaisseaux propres semblables, il n'existe de ces derniers qu'auprès du liber inférieur de ces nervures, qui possèdent aussi quelquefois du liber sur le côté supérieur (*Homalonema Richardia*, etc.).

» Comme dans ces Aroïdées, les lacitifères des Musa sont composés de cellules oblongues, placées bout à bout, dont la longueur variait dans une même série à peu près comme il suit : $0^{mm},33$, $0^{mm},40$, $0^{mm},42$, $0^{mm},25$, $0^{mm},30$, $0^{mm},45$, et dont la largeur était de $0^{mm},02$ à $0^{mm},03$.

» De même que la lame des feuilles du *Musa sinensis*, celle des *Musa paradisiaca*, *vittata*, *dacca*, *coccinea* et *Ensete*, m'a présenté des nervures qui

s'étendent d'un épiderme à l'autre à travers le parenchyme. Le *Musa zebrina* seul m'a offert une exception bien digne d'intérêt dans ce genre si homogène, que certains botanistes n'y voient que des variétés ou plutôt des races d'une même espèce.

» Le faisceau des plus grosses nervures secondaires seulement s'étend de l'épiderme supérieur de la lame à l'épiderme inférieur, et il a la même structure que dans les plantes nommées plus haut. Au contraire, les plus petites nervures ne s'étendent point jusqu'aux deux épidermes. Vers la face supérieure de la feuille elles ne vont qu'un peu au-dessus de la face interne de la strate verte et dense supérieure. Vers la face inférieure de la feuille, elles sont séparées de l'épiderme par une couche verte très-mince, ce qui a lieu aussi dans cette même plante pour beaucoup de nervures ou faisceaux qui atteignent jusqu'à l'épiderme supérieur.

» Près de ces plus petites nervures, comme auprès des plus grandes, il y a deux couples de vaisseaux propres : une couple en bas, c'est-à-dire un laticifère de chaque côté du liber inférieur; une couple en haut, vis-à-vis la région vasculaire de la nervure.

» Cette différence dans la structure de la feuille (qui probablement ne sera pas la seule, quand on aura pu étudier ces plantes avec un soin suffisant), jointe aux caractères morphologiques, paraît avoir une importance considérable. Elle tend à faire douter que tous les *Musa* de l'Asie et des îles voisines doivent être considérés comme de simples variétés d'une seule espèce, d'autant plus que le *Musa zebrina* donne à l'état spontané des graines fertiles, puisque, en effet, cette belle plante fut obtenue, dans les serres de M. Van Houtte, de graines venues dans des touffes d'Orchidées envoyées de Java par M. Ad. Papeleu.

» On voit par ce qui précède que chez les *Musa* les cellules à tannin forment des laticifères continus, qui accompagnent les nervures ou faisceaux de la lame comme dans les autres parties de la plante. Il n'en est pas de même dans la lame des feuilles de l'*Urania guyanensis* et du *Strelitzia reginæ*. On n'y trouve que des cellules isolées, éparses, comme elles le sont dans le pétiole de ces deux plantes.

» Ainsi, dans la lame de l'*Urania* nommé, la plupart des cellules à tannin, globuleuses ou ovoïdes, vues sur la coupe transversale, sont répandues à la même hauteur vers la face inférieure de la couche verte et dense supérieure, composée de cellules oblongues perpendiculaires à l'épiderme. Pourtant on en trouve aussi quelques-unes dans cette même couche supérieure, où elles sont de même forme que les cellules qui la constituent. Il

y en a également d'éparses dans le parenchyme inférieur. Il en existe de même dans l'épiderme, et surtout dans la seconde couche des cellules épidermiques, où celles qui entourent les cavités aériennes placées au-dessous des stomates deviennent bleu-noir. Enfin, les cellules fibreuses des nervures, principalement celles des petites qui unissent transversalement les autres, peuvent aussi se colorer en noir par la solution ferrugineuse.

» La structure de la lame du *Strelitzia reginæ* mérite, pour son épiderme supérieur, quelques lignes de description spéciale. Comme la feuille des *Musa*, elle a une forte nervure médiane, de chaque côté de laquelle sont des nervures pennées, parallèles, rapprochées, à peine sensibles à l'extérieur. L'épiderme inférieur est composé de deux rangées de cellules, dont l'interne a les cellules notablement plus grandes que celles de l'externe. L'épiderme supérieur a un tout autre aspect. Il est formé d'environ six rangées de cellules. Les deux rangées les plus externes sont semblables à celles de l'épiderme inférieur; les quatre autres rangées sont constituées par des cellules beaucoup plus grandes. Cet épiderme supérieur occupe à peu près la moitié de l'épaisseur de la lame, et le tissu vert seulement l'autre moitié. En travers de ce tissu vert sont les nervures secondaires, qui forment chacune un faisceau étroit un peu renflé dans la partie correspondante aux vaisseaux, et limité en haut et en bas par un groupe libérien. Dans la plupart des nervures, le liber supérieur ne dépasse pas la limite du tissu vert, mais dans les plus fortes que j'aie observées il s'étend jusque vers la moitié de l'épaisseur du large tissu épidermique supérieur. J'ai dit qu'il n'existe pas de vaisseaux propres continus dans cette lame. On y rencontre seulement, après la macération et l'exposition à l'air, des cellules à tannin assez nombreuses, répandues dans le parenchyme vert, ainsi que je l'ai annoncé plus haut.

» Je n'ai que quelques mots à ajouter pour les *Heliconia speciosa* et *Bihai*, et pour le *Ravenala madagascariensis*. Je n'ai pas découvert de vaisseaux propres dans les deux premières plantes, qui ne m'ont fait voir du tannin que dans quelques cellules du tissu cribreux. Quant au *Ravenala madagascariensis*, jeune ou vieux, il ne m'a montré, même après 28 jours de macération (du 20 février au 14 mars) (1), aucune cellule à contenu bleui par le

---

(1) Je dis « *après vingt-huit jours de macération* », parce qu'une macération prolongée, agissant par le gaz contenu dans l'eau, équivaut jusqu'à un certain degré à une exposition à l'air, tant que la putréfaction ne se manifeste pas. C'est que dans les Musacées, de même que dans les Rosacées, etc. (voir *Comptes rendus*, t. LX, p. 1038 et 1039), la matière tan-

sel de fer. Des cellules des bords de la gaîne et de la face interne de celle-ci semblaient seules noircies à l'œil nu, mais cette teinte était due à leur contenu, qui apparaissait d'un brun fauve sous le microscope. Néanmoins, la membrane de quelques-unes de ces utricules commençait à se teinter en bleu.

» Le même *Ravenala madagascariensis* a été étudié par M. Schultz, sous le nom *d'Urania speciosa*. Mes observations sur cette plante ne s'accordent pas avec celles de ce savant, qui attribue à ce végétal des laticifères continus, qu'il décrit et représente (*Sav. étrang.*, t. VII, p. 10, *Pl. VI*, *fig.* 2) à l'état d'articulation, c'est-à-dire formés d'articles (cellules) allongés, comme je n'en ai pu voir dans la plante qu'il nomme, ni dans *l'Urania guyanensis*, où il n'existe certainement pas de vaisseaux propres tannifères continus.

» La famille des Musacées présente donc, comme celle des Papavéracées, etc., mais à un moindre degré que celle-ci, des vaisseaux propres dont la constitution est variable. »

MÉMOIRES LUS.

MÉCANIQUE. — *De l'influence de la forme du balancier compensateur des chronomètres sur l'isochronisme, indépendamment des variations de température; par* **M. Phillips**. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

« Pour faire comprendre l'objet du présent travail, je suis obligé d'entrer dans quelques explications préliminaires que l'Académie voudra bien, je l'espère, excuser pour ce motif.

» Dans un Mémoire antérieur, relatif au spiral réglant des chronomètres, Mémoire inséré dans le *Recueil des Savants étrangers*, t. XVIII, dans le tome V de

---

nante n'est pas au même état dans toutes les cellules qui la renferment. Dans certaines plantes, dans les *Musa* et dans l'*Urania guyanensis*, par exemple, elle bleuit presque tout de suite sous l'influence du sulfate de fer, on n'a besoin que d'une courte exposition à l'air; tandis que des coupes de *Strelitzia reginæ*, simplement placées dans la solution ferrugineuse, ne m'ont point donné la coloration bleue; il a toujours fallu, pour obtenir cette teinte, une macération plus ou moins prolongée, et souvent une exposition à l'air. Ces faits s'ajoutent à ceux que j'ai décrits en parlant des Rosacées, pour montrer que le passage du protoxyde de fer à l'état de protoxyde n'est pas la cause du retard de cette coloration, puisque celle-ci apparaît *immédiatement* dans un grand nombre de circonstances. (*Note de l'Auteur.*)

la 2e série du *Journal des Mathématiques pures et appliquées*, et dans les *Annales des Mines*, t. XIX, 1861, je me suis occupé de diverses questions qui intéressent la pratique, et notamment de la forme des courbes terminales du spiral au point de vue de l'isochronisme. Par la loi à laquelle je suis parvenu, et qui comprend une infinité de courbes, j'ai déterminé un certain nombre de types. Après avoir examiné l'influence des diverses causes de perturbation, telles que l'inertie du spiral, les frottements contre les pivots, et avoir démontré que ces influences étaient très-diminuées par la forme de ces courbes théoriques, j'avais indiqué comment, au moyen de quelques tâtonnements, on arriverait aux dernières limites d'isochronisme pratique en faisant disparaître les perturbations secondaires qu'il est impossible de faire entrer dans le calcul.

» Voici maintenant les résultats qu'une expérience continue de plusieurs années a fait connaître relativement à ces spiraux. Leur usage s'est répandu dans la pratique, et je citerai notamment deux de nos meilleurs constructeurs, M. Dumas, de Saint-Nicolas, et M. Leroy, de Paris, qui les emploient constamment. Outre les pièces fournies à l'industrie privée, nombre d'appareils construits par eux d'après ce système ont subi avec succès les épreuves officielles du concours au Dépôt de la Marine impériale, et ont été achetés pour le compte de l'État.

» Je citerai comme exemple exceptionnel de régularité de marche le chronomètre n° 291 de M. Leroy, qui, parti avec une marche diurne en retard de 0″,6, est revenu récemment, après une campagne de plus de deux ans, avec la même marche diurne en retard de 0″,6.

» La manière dont ces spiraux se comportent dans les épreuves relatives à l'isochronisme est la suivante. Ces épreuves se font habituellement dans des limites fort exagérées. Ainsi, l'on observe la marche en faisant décrire d'abord au balancier des arcs d'un tour et demi, soit 540 degrés environ; puis, en lui faisant décrire des arcs d'un demi-tour, soit environ 180 degrés, et l'on compare les résultats. La différence entre les amplitudes des oscillations du balancier, dans les deux cas, est de 360 degrés, c'est-à-dire énormément plus grande que celle qui a lieu dans la réalité au commencement et à la fin d'une campagne. Voici maintenant, dans ces épreuves très-exagérées, les résultats que donnent les spiraux théoriques.

» Avec le calibre ordinaire du chronomètre de bord français, destiné à la détermination de la longitude en mer, il y a en moyenne une avance diurne de 10 à 12 secondes de petits arcs par rapport aux grands, et cela quel que soit le type des courbes théoriques. Avec le calibre plus petit du

chronomètre compteur, la marche est la même pour les grands et pour les petits arcs; l'isochronisme est complet tout d'abord. Dans ces circonstances, et pour le premier type, les constructeurs, tantôt conservent le spiral sans aucune modification, afin de lui laisser sans altération deux qualités auxquelles on tient essentiellement dans la pratique, et qui sont spéciales aux spiraux théoriques, savoir : l'absence de toute pression latérale et de tout frottement contre les pivots du balancier et le développement concentrique du spiral; tantôt ils modifient très-légèrement l'une des deux courbes terminales du spiral, de manière à resserrer l'isochronisme dans des limites un peu plus étroites, et en cherchant d'ailleurs, pour une raison justifiée et consacrée par la pratique, à conserver une légère avance des petits arcs par rapport aux grands. C'est ainsi qu'opèrent les deux habiles constructeurs dont j'ai cité les noms plus haut. J'ai eu notamment l'occasion, tout récemment, de vérifier, chez M. Leroy, une collection de chronomètres terminés et réglés, et prêts à être expédiés en Chine. Tous avaient leurs spiraux identiques avec un des types que j'ai donnés, celui de la *fig.* 17 de mon Mémoire. Chez quelques-uns seulement une des courbes terminales, celle qui, attachée au point fixe, n'a qu'un mouvement extrêment faible, avait reçu une légère modification.

» J'arrive maintenant à l'objet du travail que j'ai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie. Si l'on réfléchit qu'avec le grand calibre, l'avance des petits arcs par rapport aux grands est toujours sensiblement la même, quel que soit le type des courbes terminales théoriques et quelle que soit la longueur du spiral, et que l'avance devient à très-peu près nulle avec le calibre du chronomètre compteur, entraînant des dimensions plus petites du balancier, on ne peut s'empêcher de penser que, dans les épreuves, l'avance des petits arcs sur les grands, qui a lieu avec le grand calibre, est due à une cause étrangère au spiral, et il semblait probable qu'elle était due au balancier. Or, par sa construction, le balancier présente, en effet, une cause qui tend à produire l'effet observé. Cette cause se reconnaît immédiatement par le raisonnement; elle se vérifie directement par l'expérience. J'ai pu calculer son influence sur la marche diurne, et j'ai retrouvé sensiblement, pour son effet, les résultats de l'observation pour l'avance des petits arcs sur les grands.

» Il faut tout d'abord remarquer que le balancier compensateur se compose essentiellement d'un anneau bimétallique porté sur une barrette diamétrale, cet anneau portant lui-même deux masses compensatrices. Mais cet anneau n'est pas continu. Il se compose ordinairement de deux seg-

ments, chacun d'un peu moins que la demi-circonférence, de sorte qu'une seule extrémité de chaque segment est liée invariablement à la barrette, l'autre extrémité étant libre. Il résulte de là que, dans les oscillations du balancier, les forces d'inertie des masses compensatrices, et principalement leurs forces centrifuges, font fléchir l'anneau bimétallique et font varier, en conséquence, le moment d'inertie du balancier. Il est à remarquer que la force centrifuge d'une de ces masses atteint, pour de grands arcs, la valeur de 10 à 12 grammes quand elle est à son maximum.

» On comprend d'après cela, que le moment d'inertie du balancier, variable d'ailleurs à chaque instant, doit augmenter plus pour de grands arcs d'oscillation que pour de petits arcs. Par suite, il doit en résulter du retard des premiers par rapport aux seconds. Une expérience, maintes fois répétée sur des appareils différents, a permis aussi de constater directement par l'observation, l'effet dont je parle. Que l'on place une petite feuille mince d'acier très-près des masses d'un balancier au repos, mais sans qu'il y ait contact : en faisant décrire au balancier de grands arcs, il y a rencontre à chaque oscillation, et chaque rencontre se manifeste par le bruit causé par le choc des masses contre la petite lame. Au bout d'un certain temps, les arcs diminuant constamment, il arrive un moment où le bruit, et, par suite, la rencontre cessent brusquement, le balancier continuant d'ailleurs toujours à osciller.

» J'ai calculé l'influence de cette perturbation sur la marche diurne, par deux méthodes, qui ont donné le même résultat. Dans la première, je n'ai tenu compte que de la force centrifuge des masses compensatrices, et j'ai déterminé la perturbation au moyen d'un certain développement en série convergente. Dans la seconde, j'ai tenu compte tout à la fois de la force d'inertie tangentielle et de la force centrifuge des masses. Ici la méthode précédente ne s'applique plus, parce que la série devient divergente. Mais j'ai pu employer avec succès le procédé dont j'ai fait usage dans mon Mémoire sur le réglage des chronomètres dans les positions verticales ou inclinées, inséré dans les *Annales des Mines*, t. IX, 1866, et lequel m'avait conduit à des résultats entièrement conformes à l'expérience. Ce procédé est fondé sur le principe de la variation des constantes arbitraires. En en faisant usage, on trouve que la force d'inertie tangentielle des masses compensatrices, laquelle influe sur la déformation du balancier, n'influe en aucune façon sur la perturbation cherchée, relative au temps de l'oscillation. Il reste seulement pour cette perturbation l'effet produit par la force centrifuge des masses, et l'on retombe par cette méthode sur la même valeur que par la première.

» Les considérations qui précèdent ont pénétré, dans ces derniers temps, dans la pratique, et déjà un constructeur habile et capable a combiné un système de balancier qui, tout en satisfaisant aux conditions de la compensation pour les températures, sera manifestement à l'abri de la cause de perturbation que j'ai signalée. Une question de brevet, qui intéresse ce constructeur, m'empêche de décrire ce balancier. Tout ce que je puis dire, c'est que, au point de vue de la compensation pour les températures, il a été déterminé d'après les formules posées par M. Yvon Villarceau, dans son important travail sur les chronomètres, formules qui, dans ces derniers temps, ont reçu de l'expérience une confirmation remarquable, au moyen des observations d'un habile constructeur, M. Rodanet. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Mémoire sur le mouvement vibratoire d'une membrane de forme elliptique; par* **M. É. Mathieu.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Bertrand, Serret, Bonnet.)

« Imaginons une membrane homogène, tendue également dans tous les sens, et dont le contour parfaitement fixé est une ellipse. Mon but, dans ce Mémoire, est de déterminer par l'analyse toutes les circonstances de son mouvement vibratoire; j'y calcule la forme et la position des lignes nodales et le son correspondant. Mais ces mouvements sont assujettis à certaines lois générales qui peuvent être définies sans le secours de l'analyse.

» Lorsque l'on met la membrane elliptique en vibration, il se produit deux systèmes de lignes nodales qui sont les unes des ellipses, les autres des hyperboles, et toutes ces courbes du second ordre ont les mêmes foyers que l'ellipse du contour.

» Tous ces mouvements vibratoires peuvent être partagés en deux genres qui exigent des formules distinctes. Dans l'un de ces genres, le grand axe reste fixe et forme une ligne nodale, et si l'on considère deux points symétriques par rapport au grand axe, leurs mouvements sont égaux et de sens contraire. Dans l'autre genre, au contraire, les extrémités du grand axe situées entre les foyers et les sommets forment des ventres de vibration, tandis que la partie située entre les deux foyers offre un minimum de vibration; de sorte que si l'on prend un point M sur la droite qui joint les foyers et un point très-voisin sur une perpendiculaire en M, l'amplitude de la vibration est

moindre pour le premier que pour le second point. Si l'on considère encore deux points quelconques de la membrane, symétriques par rapport au grand axe, leurs mouvements sont égaux et de même sens.

» Définissons ligne hyperbolique les deux branches d'une hyperbole terminées au grand axe qui possèdent la même asymptote, de manière qu'une hyperbole est comptée pour deux lignes hyperboliques; mais si l'un des axes de la membrane est immobile, il sera compté pour une seule ligne nodale hyperbolique. Les formules des mouvements des deux genres dépendent de deux constantes dont l'une est proportionnelle à la hauteur du son, et dont l'autre est un nombre entier g, qui représente le nombre des lignes nodales hyperboliques, et ces mouvements peuvent être groupés deux à deux d'une manière fort remarquable. En effet, à un nombre f de lignes nodales elliptiques et à un nombre g de lignes nodales hyperboliques correspond un état vibratoire de chaque genre. Or, quoique ces états vibratoires diffèrent à la fois par les deux systèmes de lignes nodales et par le son résultant, ils se confondent cependant dans la membrane circulaire pour donner comme lignes de nœud, f cercles concentriques et g diamètres qui les divisent en parties égales. On comprend d'après cela que si l'excentricité est très-petite, les sons de ces deux états vibratoires différeront très-peu.

» Il faut mettre à part le cas où il ne se produit pas de lignes nodales hyperboliques; car le mouvement ne peut plus être que du second genre, et il n'y a qu'un état vibratoire qui produise f ellipses nodales.

» Le mouvement vibratoire d'une membrane renfermée entre deux ellipses homofocales dont tous les points sont parfaitement fixés, est aussi soumis à des lois fort simples.

» Les lignes nodales sont encore des ellipses et des portions de branches d'hyperbole qui ont les mêmes foyers que les deux ellipses des contours. Et il y a encore deux genres de mouvement vibratoire : dans l'un les portions du grand axe renfermées entre les deux contours sont des nœuds, dans l'autre des ventres de vibration. Mais lorsqu'on étudie les états vibratoires des deux genres qui donnent pour nœuds f ellipses et g lignes hyperboliques, on trouve, si le nombre g est assez grand, et si l'ellipse n'est pas très-excentrique, que le son est à très-peu près le même, ainsi que la disposition des ellipses nodales. Or, les deux sons différant excessivement peu, on sait que dans l'expérience les deux états vibratoires se superposent, et dans le mouvement résultant la disposition des g lignes nodales hyperboliques peut varier d'une infinité de manières.

» On sait que M. Bourget a donné la théorie de la membrane circulaire et les résultats d'expériences propres à les vérifier dans un travail inséré parmi les *Mémoires des Savants étrangers*; il a trouvé des sons un peu plus élevés que ne l'indique le calcul. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur le déplacement d'une figure de forme invariable; nouvelle méthode des normales; applications diverses.* Mémoire de **M. Mannheim**, présenté par M. Chasles. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Chasles, Bertrand, Bonnet.)

« Le Mémoire que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie est divisé en deux chapitres.

» Au commencement du premier chapitre, je donne quelques propriétés géométriques du déplacement d'une figure de forme invariable. Je montre ensuite qu'il faut cinq conditions pour déterminer le déplacement d'une pareille figure, et qu'il suffit de considérer le cas où la figure est assujettie à avoir cinq points sur cinq surfaces données.

» Le déplacement de la figure mobile étant ainsi défini, j'expose une nouvelle méthode des normales aux lignes ou surfaces décrites.

» Dans le deuxième chapitre, qui est consacré aux applications, je considère successivement le déplacement d'une droite, d'un dièdre, d'un trièdre et enfin d'une surface assujettie à des conditions multiples. »

M. Chardon adresse un complément à la communication qu'il a soumise récemment au jugement de l'Académie, sur un nouveau système de locomotive.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Bagilet adresse une Note sur un instrument auquel il donne le nom de « trigonomètre ».

(Commissaires : MM. Babinet, Faye.)

M. Tremblay adresse l'indication de quelques dispositions nouvelles, indiquées par lui pour la solution de diverses questions de Mécanique appliquée.

(Renvoi à la Commission nommée pour les communications précédentes du même auteur.)

M. Doquin de Saint-Preux adresse un Mémoire « Sur le système nerveux, et notamment sur le cerveau et le cervelet ».

(Commissaires : MM. Coste, Cl. Bernard, Longet.)

CORRESPONDANCE.

M. Bresse prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place vacante, dans la Section de Mécanique, par suite du décès de *M. Poncelet*.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. le Recteur de l'Université de Lund annonce que la solennité organisée pour célébrer l'anniversaire centenaire de la fondation de cette Université aura lieu au commencement de juin.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le tome XIX de la troisième série du « Recueil des Mémoires de Médecine, de Chirurgie et de Pharmacie militaires » ;

2° Une brochure de *M. L. Gruner*, ayant pour titre : « De l'Acier et de sa fabrication » ;

3° Un opuscule de *M. Boucher de Perthes*, intitulé : « De la Vapeur, du Combustible et de sa disette prochaine » ;

4° Un volume de *Mme V.-F. Plée*, intitulé : « Peinture géographique du monde moderne, suivant l'ordre où il a été reconnu et découvert ».

MÉCANIQUE. — *Théorème sur le tautochronisme des épicycloïdes quand on a égard au frottement.* Note de **M. J.-N. Haton de la Goupillière**, présentée par M. Combes.

« On connaît depuis Huyghens (*De Horologio oscillatorio*, P. II, prop. 25) le tautochronisme rigoureux de la cycloïde pour un point pesant. Newton étendit cette proposition (*Principes*, liv. II, prop. 26) au cas où l'on joindrait à la pesanteur la résistance d'un milieu en raison de la vitesse. Plus tard Necker montra (*Mémoires des Savants étrangers*, 1763, t. IV, p. 96) que la même propriété subsiste lorsqu'on a égard au frottement. Le tautochronisme a lieu alors par rapport au point où la tangente est inclinée sous l'angle de frottement. Enfin, Lagrange fit voir (*Académie de Berlin*, 1765) que les trois forces peuvent être réunies ensemble sans troubler l'isochro-

nisme. Le P. Jullien a montré depuis (*Problèmes de Mécanique*, t. I, p. 393) que cette combinaison constituait la solution la plus étendue renfermée dans la formule générale de Lagrange pour le tautochronisme (*) lorsqu'on envisage ensemble la pesanteur, le frottement et une résistance qui dépende de la vitesse d'une manière indéterminée.

» D'un autre côté, Newton avait déjà reconnu (*Principes*, liv. I, prop. 52) que l'épicycloïde possède elle-même la propriété du tautochronisme lorsque le mobile est sollicité par le centre du cercle fixe en raison de la distance. Mais, à ma connaissance, le parallèle en est resté là. J'ai cherché à le compléter, et je suis arrivé au théorème suivant :

» *L'épicycloïde est encore tautochrone pour des forces centrales attractives ou répulsives proportionnelles à la distance, lorsqu'on a égard au frottement. Le point d'isochronisme est alors celui dont le rayon vecteur fait avec la normale l'angle de frottement. Ce tautochronisme n'est pas troublé quand on introduit, en outre, une résistance proportionnelle à la vitesse.*

» Pour le démontrer, formons l'expression de la force tangentielle en représentant par kr l'action attractive ou répulsive suivant le signe de k, f le coefficient de frottement et $\varphi(v)$ la résistance que nous laisserons indéterminée jusqu'à nouvel ordre :

$$S = kr\cos\mu - \varphi(v) - f\left(\frac{v^2}{\rho} + kr\sin\mu\right),$$

μ désignant l'angle du rayon vecteur avec la courbe. Or on trouve, en prenant l'arc pour variable indépendante,

$$\cos\mu = \frac{dr}{ds}, \quad \sin\mu = \sqrt{1 - \frac{dr^2}{ds^2}},$$

$$\rho = \frac{r\sqrt{1 - \frac{dr^2}{ds^2}}}{1 - \frac{dr^2}{ds^2} - r\frac{d^2r}{ds^2}}.$$

La force tangentielle devient par là

$$(1) \qquad S = kr\frac{dr}{ds} - \varphi(v) - f\left(v^2\frac{1 - \frac{dr^2}{ds^2} - r\frac{d^2r}{ds^2}}{r\sqrt{1 - \frac{dr^2}{ds^2}}} + kr\sqrt{1 - \frac{dr^2}{ds^2}}\right).$$

(*) Cette formule dont je parlerai plus loin a été présentée par son auteur comme renfermant tous les cas possibles de tautochronisme : c'était à tort, et M. Bertrand a montré (*Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 1847, t. XII, p. 121) qu'elle est loin d'être aussi générale; mais elle n'en conserve pas moins un grand intérêt.

» La formule générale de Lagrange (*Mémoires de Berlin*, 1765) donne, pour la force tangentielle capable de tautochronisme,

$$S = v\psi\left(\frac{v}{\xi}\right) - \frac{v^2}{\xi}\frac{d\xi}{ds}, \tag{2}$$

ξ étant une fonction arbitraire de s et ψ une expression quelconque formée avec $\frac{v}{\xi}$. Pour avoir la solution la plus générale renfermée dans cette formule pour les hypothèses précédentes, il suffit de disposer de ces deux arbitraires et de la fonction r qui définit la courbe inconnue de manière à identifier ces deux expressions. Je suivrai pour cela une marche analogue à celle qui a été employée par M. Bertrand et depuis par le P. Jullien.

» L'expression (1) satisfait visiblement au caractère

$$\frac{d^4 S}{dv^3\, ds} = 0.$$

Imposons donc cette condition à la formule (2) : il vient ainsi

$$\frac{v^2}{\xi^2}\psi^{\text{IV}}\left(\frac{v}{\xi}\right) + 6\frac{v}{\xi}\psi'''\left(\frac{v}{\xi}\right) + 6\psi''\left(\frac{v}{\xi}\right) = 0.$$

Cette équation différentielle rentre, par rapport à l'inconnue ψ'', dans un type connu, et donne

$$\psi\left(\frac{v}{\xi}\right) = A\frac{\xi}{v} - B + \frac{C}{A}\frac{v}{\xi} + D\log\frac{v}{\xi},$$

ce qui impose à l'équation (2) la forme plus explicite

$$S = A\xi - Bv + \frac{v^2}{\xi}\left(\frac{C}{A} - \frac{d\xi}{ds}\right) + Dv\log\frac{v}{\xi}. \tag{3}$$

» Nous pouvons maintenant identifier les expressions (1) et (3). En premier lieu, le terme $Dv\log\xi$ nous présente v au premier degré avec un coefficient qui contient s, ce qui n'existe pas dans la formule (1) et nous oblige à faire $D = 0$. La fonction (3) se trouve par là réduite à ses trois premiers termes, l'un indépendant de v, le second de s, le troisième les renfermant tous les deux. En envisageant dans l'expression (1) les trois parties correspondantes, nous sommes conduits aux équations

$$A\xi = kr\left(\frac{dr}{ds} - f\sqrt{1 - \frac{dr^2}{ds^2}}\right),$$

$$Bv = \varphi(v),$$

$$\frac{1}{\xi}\left(\frac{C}{A} - \frac{d\xi}{ds}\right) = f\,\frac{1 - \frac{dr^2}{ds^2} - r\frac{d^2 r}{ds^2}}{r\sqrt{1 - \frac{dr^2}{ds^2}}}.$$

» La seconde montre que la seule résistance admissible est proportionnelle à la vitesse. La première fournit la valeur de ξ, et, en la reportant dans la troisième, nous obtenons l'équation différentielle de la trajectoire,

$$\frac{\frac{C}{k}-\frac{dr^2}{ds^2}-r\frac{d^2r}{ds^2}+\frac{f\frac{dr}{ds}}{\sqrt{1-\frac{dr^2}{ds^2}}}\left(1-\frac{dr^2}{ds^2}-r\frac{d^2r}{ds^2}\right)}{r\left(\frac{dr}{ds}-f\sqrt{1-\frac{dr^2}{ds^2}}\right)}=f\frac{1-\frac{dr^2}{ds^2}-r\frac{d^2r}{ds^2}}{r\sqrt{1-\frac{dr^2}{ds^2}}}.$$

Si l'on y effectue toutes les simplifications, il reste

$$\frac{dr^2}{ds^2}+r\frac{d^2r}{ds^2}=\frac{\frac{C}{k}+f^2}{1+f^2},$$

et cette forme que l'on pourrait facilement intégrer entre r et s, et même ensuite en coordonnées polaires entre r et θ, va nous suffire pour conclure.

» On voit, en effet, que le coefficient de résistance B a complétement disparu, et que l'existence ou la suppression du frottement f n'influencent que la valeur de la constante. Or, C est arbitraire, ce qui montre que *la tautochrone des forces centrales proportionnelles à la distance est la même avec ou sans frottement, comme avec ou sans résistance proportionnelle à la vitesse.*

» Cette courbe a d'ailleurs été déjà déterminée pour le cas où l'on n'a ni frottement ni résistance par M. Puiseux (*Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 1844, t. IX, p. 415), qui a obtenu les résultats suivants : si la force est répulsive, la tautochrone est toujours une épicycloïde extérieure; si elle est attractive, la courbe peut, suivant les valeurs respectives du coefficient d'attraction et du temps d'isochronisme, être une épicycloïde intérieure ou une certaine spirale qui a la propriété d'être semblable à la développée de sa développée.

» Il reste à connaître l'extrémité commune des arcs isochrones. Or elle ne saurait se trouver que dans une position d'équilibre, puisqu'une oscillation infiniment petite doit exiger un temps fini pour se produire dans ses environs. *Ce sera donc, dans le cas actuel, au point où la force, c'est-à-dire le rayon vecteur, fait avec la normale l'angle de frottement.*

» Ajoutons que *si l'on considère le mouvement en sens contraire à partir de ce point en raison d'une vitesse initiale*, ce qu'il faut toujours faire à part dans les questions de frottement, *l'isochronisme aura encore lieu dans les mêmes*

conditions. Il suffirait, en effet, pour cela, de changer les signes de f et de B. Or celui-ci a disparu, et l'autre ne figure qu'au carré dans la dernière équation. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouveau mode de formation des sulfacides organiques.* Note de **M. A. Strecker**, présentée par M. Wurtz.

« Les sulfacides tels que les acides sulfacétique, iséthionique, méthionique, phénylsulfureux, donnent, comme on sait, de l'acide sulfureux lorsqu'on les chauffe avec la potasse, et peuvent être envisagés, en conséquence, comme dérivant des sulfites neutres par la substitution de la moitié du métal par un radical alcoolique ou acide. On pouvait donc espérer qu'on réussirait à former de tels acides par la réaction des chlorures de ces radicaux sur les sulfites.

» L'expérience a confirmé cette prévision. Je vais indiquer quelques-uns de ces modes de formation qui ont été réalisés dans mon laboratoire, soit par moi-même, soit par mes élèves.

» M. Collmann a obtenu du méthylsulfite de sodium (méthyldithionate) en chauffant de l'iodure de méthyle à 150 degrés avec une solution de sulfite de soude :

$$\underbrace{CH^3I}_{\text{Iodure de méthyle.}} + Na^2SO^3 = \underbrace{CH^3SO^3Na}_{\text{Méthylsulfite de soude.}} + NaI.$$

» Dans les mêmes conditions, M. Bender a obtenu, avec le bromure d'éthylène et le sulfite de potasse, du disulféthylénate de soude (éthylène-disulfite) et du bromure de potassium :

$$\underbrace{C^2H^4Br^2}_{\text{Bromure d'éthylène.}} + 2K^2SO^3 = \underbrace{C^2H^4(SO^3K)^2}_{\text{Disulféthylénate de potasse.}} + 2KBr.$$

» M. Schæuffelen a préparé, au moyen de la trichlorhydrine et du sulfite de potasse, un nouvel acide qu'on peut désigner par le nom d'*acide trisulfoglycérilique :*

$$\underbrace{C^3H^5Cl^3}_{\text{Trichlorhydrine.}} + 3K^2SO^3 = \underbrace{C^3H^5(SO^3K)^3}_{\text{Trisulfoglycérilate de potasse.}} + 3KCl.$$

» Les acides chlorés se comportent d'une manière analogue; l'acide monochloracétique se transforme, par l'ébullition avec une solution de sulfite

alcalin, en sulfacétate alcalin :

$$\underbrace{\mathrm{CH^2Cl\,CO^2K}}_{\text{Acide monochloracétique.}} + \mathrm{K^2SO^3} = \underbrace{\mathrm{CH^2}\left\{\begin{matrix}\mathrm{CO^2K}\\ \mathrm{SO^3K}\end{matrix}\right.}_{\text{Sulfacétate de potasse.}} + \mathrm{KCl}.$$

» Le chlorhydrate d'oxyde d'éthylène fournit, dans les mêmes conditions, de l'acide iséthionique :

$$\underbrace{\begin{matrix}\mathrm{CH^2OH}\\ \mathrm{|}\\ \mathrm{CH^2Cl}\end{matrix}}_{\text{Chlorhydrate d'oxyde d'éthylène.}} + \mathrm{K^2SO^3} = \underbrace{\begin{matrix}\mathrm{CH^2OH}\\ \mathrm{|}\\ \mathrm{CH^2SO^3K}\end{matrix}}_{\text{Iséthionate de potasse.}} + \mathrm{KCl}.$$

» Je me dispense de signaler d'autres réactions, tout à fait analogues, qui ont déjà été étudiées dans mon laboratoire, et je me contente d'ajouter que tout le chlore, le brome et l'iode, directement lié au carbone, est d'ordinaire remplacé par une quantité équivalente du radical ($\mathrm{SO^3K}$). Toutefois, il arrive assez souvent qu'une partie seulement est remplacée, tandis que le reste demeure inattaqué.

» En chauffant le chloroforme avec une solution de sulfite de potasse, j'ai obtenu le sel de potasse de l'acide sulfodichlorométhylique (acide dichlorométhyldithionique de M. Kolbe) :

$$\mathrm{CHCl^3} + \mathrm{K^2SO^3} = \mathrm{CHCl^2SO^3K} + \mathrm{KCl}.$$

» Les produits riches en chlore donnent de la sorte souvent des sulfacides chlorés.

» Les expériences précédentes donnent des notions claires sur la constitution de cette classe de corps, et montrent que les sulfacides renferment le résidu $\mathrm{SO^3H}$ lié directement au carbone par le soufre. Il est probable que les acides éthylsulfureux isomériques, avec les précédents, renferment le même groupe, mais lié au carbone par l'intermédiaire de l'oxygène. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la transformation de l'acide urique en glycocolle.* Note de **M. A. Strecker**, présentée par M. Wurtz.

« Il y a plusieurs années déjà que j'ai admis l'existence, dans l'acide urique, des groupes *glycolyle*, *carbonyle* et *cyanogène*, liés avec les résidus de l'ammoniaque et de l'eau (1). Comme le glycocolle renferme en partie

---

(1) *Traité de Chimie organique*, 4e édition, 1863; p. 649.

les mêmes radicaux et n'est pas attaqué par les acides, on pouvait s'attendre à voir l'action des acides sur l'acide urique donner naissance au glycocolle. L'expérience a justifié complétement ces prévisions. Si l'on chauffe, dans des tubes scellés, de l'acide urique avec une solution concentrée d'acide chlorhydrique ou d'acide iodhydrique (je préfère l'emploi de ce dernier), à la température de 160-170 degrés, il se transforme intégralement en glycocolle, acide carbonique et ammoniaque :

$$\underbrace{C^5H^4Az^4O^3}_{\text{Acide urique.}} + 5H^2O = \underbrace{C^2H^5AzO^2}_{\text{Glycocolle.}} + 3CO^2 + 3AzH^3.$$

Si l'on ouvre le tube fortement refroidi, on voit se dégager un courant continu d'acide carbonique. La solution, additionnée d'hydrate d'oxyde de plomb, laisse dégager en abondance de l'ammoniaque et donne, après précipitation par l'hydrogène sulfuré du plomb dissous et après évaporation, un résidu cristallin de glycocolle.

» J'ai reconnu, par l'analyse, que ce corps est identique avec celui préparé à l'aide de l'acide hippurique; la forme cristalline et les propriétés chimiques des deux s'accordent d'ailleurs entièrement.

» Si donc on peut appeler l'acide hippurique un glycocolle conjugué avec de l'acide benzoïque, on peut, au même titre, considérer l'acide urique comme une combinaison du glycocolle avec l'acide cyanurique. On voit que ces deux acides, qui sont des sécrétions urinaires caractéristiques des herbivores et des carnivores, présentent des relations plus prochaines qu'on ne pouvait le penser jusqu'ici. »

CHIMIE. — *Sur un oxychlorure de silicium.* Note de **MM. C. Friedel** et **A. Ladenburg**, présentée par M. Wurtz.

« Dans deux communications que nous avons eu l'honneur de soumettre à l'Académie, nous avons étudié une série de composés du silicium, dans lesquels la nature tétratomique de cet élément se manifeste de manière à le rapprocher du carbone : nous avons ainsi décrit le *silicichloroforme*, l'*éther siliciformique tribasique*, l'*anhydride siliciformique* et le *mercaptan siliciméthylique perchloré*. Dans tous ces corps, il n'entre qu'un atome de silicium, et l'on peut dire, ainsi que nous avons cherché à l'exprimer par les noms que nous leur avons donnés, qu'ils font partie de la série méthylique du silicium.

» On ne connaît jusqu'ici aucun composé dans lequel une partie du sili-

cium soit saturée par du silicium, de la manière dont le carbone est saturé par du carbone, dans les hydrocarbures autres que l'hydrure de méthyle. Toutefois l'existence du *silicium-éthyle* et des corps qui en dérivent (acétate et hydrate de silicononyle), dans lesquels la saturation du silicium est faite par le carbone, à la façon des hydrocarbures, permet de prévoir avec une grande probabilité l'existence de pareilles combinaisons.

» Nous nous occupons depuis assez longtemps déjà de chercher les moyens de produire des composés de cet ordre et spécialement ceux que l'on pourrait regarder comme formant la série éthylique du silicium; mais quoique nous ayons recueilli des indices nets qui nous permettent d'espérer un bon résultat, nous ne sommes pas encore parvenus à en isoler un à l'état de pureté.

» Dans les expériences que nous avons faites, nous avons obtenu divers produits, qui, sans appartenir à la série que nous avions en vue, nous semblent présenter assez d'intérêt par eux-mêmes. Nous allons décrire l'un de ces composés; les autres feront l'objet d'une prochaine communication.

» En faisant passer dans un tube de porcelaine vide ou rempli de fragments de feldspath, et porté à une température voisine de celle de la fusion de ce minéral, un courant de chlorure de silicium, et en distillant le produit condensé à l'extrémité de l'appareil, on observe que quelques gouttes d'un liquide moins volatil que le chlorure restent dans la fiole ayant servi à la distillation.

» En répétant l'opération un grand nombre de fois, avec les parties les plus volatiles, on finit par recueillir une quantité notable d'un liquide bouillant au-dessus de 70 degrés. Ce produit, soumis à la distillation fractionnée, se sépare facilement en chlorure de silicium et en un liquide bouillant principalement entre 136 et 139 degrés. Limpide, fumant à l'air, ce dernier présente la plus grande analogie avec le chlorure de silicium; il est comme lui décomposé par l'eau avec énergie, et laisse déposer de la silice en dégageant de l'acide chlorhydrique.

» L'analyse en a été faite en brisant, dans un flacon bien bouché et contenant une certaine quantité d'eau, une ampoule pesée pleine du liquide. Quand la quantité d'eau est suffisante, presque toute la silice reste dissoute, et il se produit à peine un léger louche. La liqueur acide, saturée d'ammoniaque, a été évaporée au bain-marie; le résidu, repris par l'eau et filtré, donne d'un côté la silice mélangée avec le verre de l'ampoule, de l'autre côté une solution dans laquelle on dose le chlore. Les nombres ainsi

obtenus conduisent à la formule Si^2OCl^6 (1) d'après laquelle le nouveau corps est un *oxychlorure de silicium*. Malgré l'accord des analyses avec les nombres répondant à cette formule, on aurait pu rester dans le doute relativement à la présence de l'oxygène dans le composé en question ; mais les deux expériences suivantes lèvent toute incertitude à cet égard.

» En faisant réagir le corps nouveau sur l'alcool absolu, on a vu se produire les phénomènes qui accompagnent la préparation du silicate d'éthyle. Le produit soumis, à trois ou quatre reprises, à la distillation fractionnée, a passé principalement entre 235 et 237 degrés, et s'est trouvé posséder les propriétés et la composition du *disilicate hexéthylique*, qui a été décrit dans un travail fait en commun par l'un de nous avec M. Crafts (2). Cet éther, qui se produit par l'action de l'alcool aqueux sur l'orthosilicate d'éthyle, a pour formule $Si^2O(C^2H^5O)^6$, et sa constitution peut être indiquée par l'expression suivante, en regard de laquelle nous placerons celle qui correspond à l'oxychlorure :

$$O\left\{\begin{matrix} Si(C^2H^5O)^3 \\ Si(C^2H^5O)^3 \end{matrix}\right. \qquad O\left\{\begin{matrix} SiCl^3 \\ SiCl^3. \end{matrix}\right.$$

On voit que le premier dérive du second par substitution de 6 fois le groupe oxéthyle à 6 atomes de chlore. On voit aussi que l'oxychlorure est formé de 2 molécules de chlorure de silicium, qui ont perdu chacune 1 atome de chlore et l'ont échangé contre la moitié de 1 atome d'oxygène. Cet atome d'oxygène maintient les deux groupes réunis de la même manière que les groupes hydrocarbonés dans l'oxyde de méthyle.

» Parmi les corps dans lesquels 2 atomes de silicium sont ainsi reliés par 1 atome d'oxygène, on en connaît encore un qui semble se rattacher par sa constitution à l'oxychlorure de silicium; c'est l'*oxyde de silicium-triéthyle*, corps qui prend naissance dans la préparation du silicium-éthyle, et qui se forme aussi lorsqu'on traite par la potasse le produit de l'action du brome sur le silicium-éthyle (3). Ce composé dont la formule est $Si^2O(C^2H^5)^6$ ou

$$O\left\{\begin{matrix} Si(C^2H^5)^3 \\ Si(C^2H^5)^3 \end{matrix}\right.$$

(1) Si = 28, O = 16, Cl = 35,5, C = 12, H = 1.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. IX, p. 5.

(3) *Comptes rendus*, t. LXI, p. 794.

est distillable entre 232 et 235 degrés, et soluble sans décomposition dans l'acide sulfurique, d'où l'eau le précipite de nouveau.

» En chauffant en vase clos, pendant seize ou dix-huit heures, à 180 degrés environ, du zinc-éthyle et de l'oxychlorure (3 molécules pour une), nous avons obtenu un liquide ayant toutes les propriétés et la composition de l'oxyde de siliciumtriéthyle.

» Il ne peut donc rester de doute sur l'existence de l'oxygène dans l'oxychlorure, ni sur ses relations avec les deux corps dont il vient d'être question.

» Nous avons d'ailleurs confirmé la formule donnée plus haut en prenant la densité de vapeur du produit, qui a été trouvée de 10,05. La théorie donne 9,86.

» D'où vient l'oxygène que renferme le nouveau corps? L'attaque visible du tube et du feldspath, et la présence de gouttelettes fondues de chlorures alcalins répondent que c'est au feldspath qu'il a été enlevé. Mais nous ne saurions dire avec sûreté par quelle réaction. Est-ce le chlorure de silicium qui cède directement au silicate alcalin une partie de son chlore en échange d'une quantité équivalente d'oxygène? Est-ce l'acide chlorhydrique, dont il est bien difficile de dépouiller entièrement le chlorure, qui réagit sur le silicate alcalin en formant une petite quantité d'eau qui réagirait à son tour sur le chlorure en régénérant de l'acide chlorhydrique? Deux opérations faites l'une avec du chlorure de silicium distillé sur du sodium, et en évitant autant que possible l'accès de l'humidité, et l'autre avec intervention d'un courant lent d'acide chlorhydrique, ont fourni à peu près les mêmes quantités de produit. Ce fait parle en faveur de la première hypothèse.

» Des expériences entreprises anciennement en vue d'obtenir un oxychlorure de silicium par l'action d'une très-faible quantité d'eau sur le chlorure, n'avaient donné aucun résultat. En faisant passer du chlorure de silicium sur de la litharge chauffée doucement, il se produit avec incandescence du chlorure et du silicate de plomb, mais pas d'oxychlorure. En remplaçant la litharge par de l'acide phosphorique anhydre et en chauffant fortement, il nous a été facile de constater la production de l'oxychlorure de phosphore, qui devait accompagner celle de l'oxychlorure de silicium. Mais la réaction ne paraît pas avantageuse comme rendement, d'autant que la volatilisation de l'acide phosphorique anhydre dans le courant de chlorure est très-notable, et que la séparation des deux oxychlorures formés entraînerait à des fractionnements assez longs.

» En terminant, il nous sera permis de faire remarquer l'analogie de constitution qui existe entre l'oxychlorure de silicium et l'oxyde de méthyle perchloré

$$O\left\{\begin{array}{l}SiCl^3\\SiCl^3\end{array}\right. \qquad O\left\{\begin{array}{l}CCl^3\\CCl^3\end{array}\right.$$

On pourrait donc, en poursuivant la nomenclature que nous avons déjà employée, désigner l'oxychlorure par le nom d'*éther siliciméthylique perchloré,* à moins qu'on ne préfère celui d'*oxyde de trichlorosilicium.*

» Si d'un côté il importe d'appuyer sur ces analogies qui rapprochent le silicium du carbone, il est nécessaire de l'autre de montrer que le caractère de ces corps, tout tétratomiques qu'ils sont, n'est pas le même. Pour l'un, le carbone, l'accumulation des atomes de même nature, par saturation réciproque est la règle; l'accumulation par l'intermédiaire des atomes d'oxygène paraît être relativement l'exception. Il en est tout autrement du silicium, ainsi qu'on s'en aperçoit par la difficulté que paraît présenter la formation de corps qui renferment plusieurs atomes de silicium se saturant réciproquement, et par la facilité au contraire, avec laquelle se produisent les polysilicates et spécialement les trois corps que nous venons de rapprocher et qui se sont rencontrés dans des réactions bien différentes quoiqu'ils appartiennent tous au même type disilicique; en désignant ainsi le groupement

$$O\left\{\begin{array}{l}SiX^3\\SiX^3\end{array}\right.$$

dans lequel X représente des atomes ou des groupes, oxygénés ou non, et monatomiques. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Note sur le guano de Mexillones;* *par* **M. A. Bobierre.**

« Le guano des Hols et de la presqu'île de Mexillones (Bolivie) a été depuis quelque temps l'objet d'une exploitation régulière. Le premier chargement de cet engrais fut effectué par le navire *Pérou*, et son analyse, exécutée à Bordeaux, à Paris et à Nantes, démontra qu'il était surtout formé de phosphate tribasique de chaux dans la proportion de 50 pour 100 environ (soit 23,80 d'acide phosphorique) et de traces de matière azotée. Je constatai, pour ma part, la solubilité assez grande de son phosphate dans

l'acide carbonique, et la présence dans ce guano de traces d'azotates alcalins (1).

» Au mois de novembre dernier, on me remit un pot de terre rouge d'origine bolivienne, portant le cachet intact d'un voyageur qui venait de visiter les gisements de Mexillones et qui avait prélevé lui-même l'échantillon soumis à mon examen. Le guano contenu dans ce pot offrait des caractères sur lesquels je crois utile d'appeler l'attention de l'Académie.

» Je me bornerai à signaler rapidement tout d'abord la composition générale de l'échantillon analysé par moi, échantillon qui était beaucoup plus riche que celui du navire *Pérou*, puisqu'il contenait 33 pour 100 d'acide phosphorique, correspondant à 71,5 de phosphate de chaux tribasique. Mais ce qui me frappa bientôt, ce fut la nature des mottes blanches qui existaient dans la masse de ce guano, et qui offraient à la loupe des caractères très-nets de cristallisation.

» Dans l'échantillon qui m'avait été soumis par le Consul de Bolivie à Nantes, et qui provenait du navire *Pérou*, j'avais bien trouvé de grosses mottes de sulfate de chaux fortement concrétionné et disséminé dans une masse jaune peu cohérente, amorphe, rendue sapide par du chlorure de sodium, en cristaux facilement appréciables au microscope; mais ces mottes de sulfate de chaux, dans lesquelles je dosai 21,7 pour 100 de matière

---

(1) *Chargement du navire* PÉROU.

ANALYSE DE M. BAUDRIMONT.		ANALYSE DU CONSERVATOIRE.		ANALYSE DE M. BOBIERRE.	
Sur 100 parties à l'état humide :		Eau et matières organiques	17,72	Eau volatile à 100 degrés.	9,40
Humidité	10,0 à 11,0	Silice	0,82	Eau et matières volatiles au rouge	8,40
Azote	0,2 à 0,7	Acide phosphorique	23,46	Résidu siliceux	2,00
Complément organique	0,4 à 7,0	Chlore	0,36	Acide phosphorique	25,00
Acide phosphorique	16,0 à 26,0	Soude	3,25	Chlorure de sodium	4,50
Sels solubles	6,9 à 15,5	Chaux	34,35	Sulfate de chaux, chaux unie à l'acide phosphorique, magnésie, alumine et oxyde de fer	50,70
Résidu siliceux	0,8 à 4,1	Alumine et oxyde de fer.	0,56	Nitrates	
L'acide phosphorique à l'état de phosphate calcaire tribasique, soit 34 à 56 pour 100.		Acide sulfurique	19,48		100,00
			100,00	Azote	0,57
		Phosphate calcaire tribasique, 50 pour 100.		Phosphate calcaire tribasique	54,16

volatile renfermant 20,94 d'eau, n'avaient aucune analogie avec les agglomérations de petits cristaux enchevêtrés que je rencontrai dans l'échantillon prélevé sur le gisement de Mexillones et qui m'avait été directement remis.

» En vue d'étudier ces agglomérations cristallines, je les débarrassai, autant que je le pus, de la poudre jaune qui les entourait : j'obtins une substance qui était presque exempte de matière jaune amorphe, et qui présentait les caractères suivants : cristaux incolores à bords mousses, appartenant au prisme oblique à base rhomboïdale, mais dont le décroissement sur deux des arêtes principales fait des prismes à six pans, insolubles dans l'eau, très-solubles sans effervescence dans les acides et ne contenant pas trace de sulfate de chaux (1).

» Deux analyses de cette matière, séchée à 100 degrés, ont fourni :

	I.	II.
Eau volatile au rouge.......	34,00	33,88
Acide phosphorique........	33,00	32,52
Magnésie	26,00	26,28
Alumine et oxyde ce fer....	3,00	1,97
Résidu insoluble...........	1,00	0,98
Chlorure de sodium........	0,53	0,55
Perte et matières non dosées.	2,47	3,82
	100,00	100,00

	I.
MgO...........	26,00
PhO^5.........	33,00
HO............ Plus un peu de matière organique....	34,00
	93,00

	II.
MgO...........	26,28
PhO^5.........	32,52
HO, etc.	33,88
	92,68

Il résulte de ces analyses faites sur la matière cristalline, aussi pure qu'il m'a été possible de me la procurer, que 93 centièmes dans un cas, et 92,68 dans l'autre, sont exclusivement formés de phosphate de magnésie tribasique et hydraté. L'acide phosphorique et la magnésie représentent en moyenne 58,90; or la solution acide précipitée par l'ammoniaque avait fourni 59,60, dont il y a lieu de déduire 2,48, chiffre moyen de l'alumine et de l'oxyde de fer. Il reste donc 57,12 pour le phosphate tribasique précipité par l'ammoniaque, chiffre très-voisin de 58,90.

(1) Dans les mottes du chargement du *Pérou* j'ai trouvé un mélange de phosphate de magnésie et de sulfate de chaux hydraté; mais le sulfate de chaux constituait presque entièrement les mottes recueillies. Je dois signaler que dans certains échantillons du sulfate de chaux parfaitement blanc et soyeux se trouvait comme une gaîne au milieu de laquelle avait passé un filet de solution saline réagissante; cette gaîne s'était accrue du centre à la périphérie.

» Si l'on calcule en centièmes la composition du phosphate

$$3MgO\ PhO^5\ 7HO,$$

et si on la rapproche du phosphate qui formait les 93 centièmes des mottes blanches du guano de Mexillones, on a

	Calculé.	100 parties de phosphate de magnésie existant dans le guano contiennent :
3MgO	30,92	29,71
PhO^5	36,59	37,25
7HO	32,47	33,04

» Les mottes blanches de l'échantillon de guano soumis à mon examen différaient donc complétement de celles du navire *Pérou,* qui étaient formées de sulfate de chaux hydraté, et elles étaient presque entièrement composées de phosphate de magnésie tribasique en cristaux bien déterminés.

» Si j'avais eu à ma disposition une plus forte quantité des mottes auxquelles je viens de faire allusion, il m'aurait peut-être été possible d'isoler complétement le phosphate de magnésie pur des 7 centièmes de la substance qui y était mélangée, et je n'aurais pas, dans les treize opérations qui m'ont servi à déterminer les principes volatils, obtenu des chiffres variant de 31,19 à 34,2. Quoi qu'il en soit, les chiffres résultant de mes opérations sont assez approximatifs pour établir l'existence dans le guano de Mexillones du phosphate $3MgO\ PhO^5\ 7HO$, à l'état de cristaux bien définis. On comprend facilement dès lors que les analystes pourraient, en examinant ce guano, apprécier inexactement l'acide phosphorique s'ils le précipitaient par l'ammoniaque dans une solution acide de l'engrais calciné; on comprend aussi que la calcination au rouge détermine, en pareil cas, une perte représentée par la volatilisation de l'eau combinée, et nullement par de la matière organique.

» En ce qui concerne l'eau volatile au rouge, j'ai eu occasion naguère de faire une remarque analogue en calcinant le guano de l'île Jarvis.

» Ce que je dois mentionner en terminant, c'est que la proportion des mottes de phosphate de magnésie cristallisé était relativement considérable dans l'échantillon qui m'a été apporté de Bolivie, tandis que le sulfate de chaux concrété dominait dans le chargement du navire *Pérou*. Il est vraisemblable, au reste, que l'exploitation suivie en ce moment motivera l'extraction d'engrais diversement constitués, car les quatre derniers chargements im-

portés à Bordeaux offraient, pour la masse, 32 pour 100 d'acide phosphorique et 0,7 d'azote, chiffres se rapprochant beaucoup des 31 pour 100 et 0,65 que j'avais moi-même obtenus pour la masse de l'échantillon apporté de Bolivie et remis entre mes mains. »

PHYSIOLOGIE. — *De la réduction des nitrates et des sulfates dans certaines fermentations; par* **M. A. Béchamp.**

« La communication récemment faite à l'Académie par M. Reiset, sur le dégagement du gaz nitreux dans la fermentation du jus de betteraves, et celle de M. Schlœsing, sur le même sujet, aboutissent à deux interprétations radicalement opposées. Pour M. Reiset, le gaz nitreux est le résultat d'une oxydation de l'ammoniaque; pour M. Schlœsing, celui d'une réduction des nitrates. Je n'ai pas de faits à l'appui de la manière de voir de M. Reiset; mais je crois que, dans certaines circonstances, l'oxydation de l'ammoniaque dans les milieux en fermentation est possible : on sait que M. Dumas a admis une fermentation nitreuse, et, pour ma part, j'ai toujours vu, dans la nature, les efflorescences de salpêtre accompagnées de microzymas analogues à ceux de la craie. Je reviendrai sur ce sujet. A l'appui de l'opinion de M. Schlœsing, voici une expérience qui me paraît décisive. Nous ne différons que sur l'interprétation du phénomène.

» J'ai déjà eu l'honneur de communiquer à l'Académie quelques-uns des résultats de mes recherches sur le développement des moisissures dans l'eau sucrée additionnée de sels divers. J'ai poursuivi ces études et mieux défini la nature des produits qui se forment à la suite de la naissance de ces petits organismes.

» Le 13 mai 1864, j'ai exposé au contact de l'air une solution de 100 grammes de sucre de canne pur et de 20 grammes de nitrate de potasse dans 2 litres d'eau distillée : le mélange était parfaitement neutre au papier de tournesol. Le 1er juin, il y avait dans le mélange de petites moisissures à mycélium qui ne semblèrent pas augmenter; on trouva qu'il n'y avait presque pas encore de sucre interverti, et la liqueur ne fut pas trouvée acide. J'ajoutai 0^{gr},7 de phosphate de chaux pur. Le 18, la liqueur était abondamment pourvue de moisissures; la quantité de glucose avait augmenté. Le 22, la liqueur, loin d'être acide, fut trouvée alcaline. Le mélange fut introduit dans un appareil clos; il ne se dégagea que peu de gaz. Peu à peu, la liqueur, d'alcaline qu'elle était, devint franchement acide. Le 21 août, je mets fin à l'expérience.

» Les ferments étaient formés d'un mycélium très-fin, de très-petites bactéries et de granulations moléculaires, que j'ai depuis appelées des *microzymas*. Les produits formés étaient : alcool, environ 1 gramme; acide acétique et acide butyrique, la quantité nécessaire pour produire 18 grammes de sels de soude; acide lactique, une quantité qui a produit 10 grammes de lactate de chaux cristallisé. La quantité totale d'ammoniaque formée était de $0^{gr},57$.

» J'ai répété, en la variant, cette expérience. La formation de l'ammoniaque est constante toutes les fois que la liqueur ne devient point acide; il y a toujours de l'alcool, de l'acide acétique, mais l'acide lactique et l'acide butyrique peuvent manquer.

» Évidemment, ici, le problème est réduit à ses termes les plus simples, et c'est précisément au contact de l'air que le mélange est devenu alcalin, et en vase clos, à l'abri de l'air, qu'il est devenu acide.

» Pour expliquer cette réduction des nitrates, M. Schlœsing dit : « Il » suffit de faire observer, d'une part, que la putréfaction se produit d'or- » dinaire dans des milieux neutres ou alcalins, et, d'autre part, que les » matières organiques qui se putréfient deviennent des agents éminemment » destructeurs. Quoi de surprenant que les nitrates soient décomposés par » des corps qui peuvent convertir les sulfates en sulfures? »

» Mais, où se fait cette réduction? Pour moi, la réduction des nitrates et des sulfates, dans ces conditions, est une fonction des organismes ou de l'organisme particulier qui est l'agent de la fermentation ou de la putréfaction, et non pas des produits organiques engendrés et sécrétés par eux. Je me suis assuré qu'en mettant du sulfure de chaux ou du nitrate de potasse en présence des matériaux de la fermentation, rigoureusement séparés des organismes dont ces matériaux sont les produits désassimilés, ils n'étaient pas absolument réduits. Si pour la réduction, en présence de ces organismes, le milieu doit être neutre ou alcalin, cela tient uniquement à ce que la nutrition de ces organismes se modifie quand le milieu se modifie. Il est constant que si le milieu devient acide, les nitrates ne sont plus réduits; pourtant le nitrate était bien toujours en contact avec les produits de la fermentation. Les matières engendrées par la fermentation sont donc sans action sur le nitrate de potasse. Mais, quand on songe que l'acide nitrique peut rester combiné avec le protoxyde de fer sans être réduit, à moins de faire intervenir la chaleur, on a de la peine à en concevoir la réduction dans le nitrate de potasse, en présence de l'eau, par les produits des fermentations. Ces remarques s'appliquent aux sulfures alcalins.

» Je sais bien que l'on admet que, lorsqu'une eau minérale séléniteuse, par exemple, devient sulfureuse, cela tient au contact de la matière organique du bouchon ou à celui de toute autre matière organique. Mais cette opinion est erronée. J'ai abordé cette question (*Comptes rendus*, t. LXIII, p. 568) à propos des microzymas de l'eau de Vergèze, qui produisent de l'acide acétique, de l'acide butyrique et de l'acide lactique avec le sucre de canne. Je disais : « Lorsqu'une eau devient sulfhydrique, ce n'est pas tant » par le fait du contact d'une matière organique que par le fait de quelque » organisme plus ou moins voisin des microzymas. » Je n'ai pas publié alors les expériences que j'avais instituées. Les voici : Si l'on remplit une fiole d'une eau contenant $0^{gr},05$ de chaux par litre, qu'on y ajoute de l'empois de fécule, du sucre de canne, etc., et qu'on la bouche sans que le bouchon touche la solution, le sulfate de chaux ne s'altère en aucune façon, même après plusieurs mois. Si en même temps, les autres conditions restant les mêmes, on y introduit du carbonate de chaux pur récemment précipité dans une liqueur bouillante, il n'y a pas de réduction non plus. Mais si, au lieu de carbonate de chaux pur, on emploie de la craie à microzymas, on peut bientôt constater la formation de l'hydrogène sulfuré, perceptible à l'odorat, capable d'être précipité par l'acétate de plomb ou par l'acide arsénieux, et d'être dosé. Au contact de l'air, cette réduction n'a pas lieu, même en vases clos, si ce n'est au bout d'un temps très-long. C'est que ces organismes usent alors l'oxygène qu'ils trouvent tout prêt; s'ils n'en trouvent pas, ils le prennent au milieu ambiant, à l'acide sulfurique du sulfate. Cette interprétation est de Chaptal : dans un de ses Mémoires (1), il constate la formation d'une moisissure qu'il compare à des *byssus* : c'est sous son influence que se produit l'*acide acéteux*, et, si l'air nécessaire n'est pas fourni par l'atmosphère, il est emprunté à l'acide sulfurique, comme dans le cas où l'on emploie de l'eau de puits, de sorte qu'il se dégage une odeur hépatique ou de sulfure très-caractérisée.

» Et cette théorie de l'influence physiologique des microzymas est applicable à la formation du sulfure de fer dans les boues des rues des grandes villes, constatée par M. Chevreul, ainsi qu'à la fermentation du tabac. Dans les boues, on trouve des microzymas en foule; dans le tabac à priser, le microscope révèle, d'autre part, une multitude de petits organismes actuellement vivants. »

(1) *Observations sur l'acide carbonique fourni par la fermentation des raisins et sur l'acide acéteux qui résulte de sa combinaison avec l'eau.* (*Mémoires de l'ancienne Académie des Sciences*, 1788.)

PHYSIOLOGIE. — *Note sur des granulations moléculaires de diverses origines;* *par* **M. Le Ricque de Monchy.**

« Dans la séve des végétaux, se trouve une grande quantité de granules doués d'un mouvement oscillatoire et désignés par la plupart des botanistes sous le nom de *globules mobiles*. Dans les utricules polliniques nagent aussi des granules oscillants. Certaines parties liquides du corps des animaux et des insectes, leurs tissus que j'ai observés, portent aussi des granules vibrants, notamment l'intérieur de l'œuf de papillon, la couche pigmentaire de la choroïde, le liquide de l'intérieur de la chenille et de la partie postérieure du corps de l'araignée.

» Le but des expériences que je vais décrire est de démontrer que ces granules oscillants sont des organismes ayant une action énergique, à la manière des ferments, sur quelques-unes des matières avec lesquelles ils sont en contact dans leur milieu naturel.

» *Action des granules oscillants de la séve sur le sucre de canne.* — Je recueillis, au printemps, dans de l'eau distillée créosotée, les granules oscillants du cambium du saule : leur extrême petitesse leur permet de passer à travers le papier à filtre ordinaire, il est dès lors facile de les isoler. Je les recueillis sur un filtre double, fait avec du papier Berzélius, ou bien je les laissai se précipiter au fond d'un vase; j'enlevai alors le liquide avec un siphon. Je lavai ensuite les granules oscillants isolés, avec trois ou quatre eaux distillées créosotées et différentes. Je fis bouillir, dans deux ballons de verre, une portion d'une même solution créosotée de sucre de canne exempt de glucose. Je fermai immédiatement et hermétiquement ces deux ballons. Après refroidissement convenable, je les débouchai, et j'introduisis dans le ballon 1 les granules mobiles de la séve. Je fermai immédiatement et hermétiquement ces deux ballons. Je m'étais assuré que la liqueur des deux ballons ne réduisait pas le réactif cupropotassique. Le quatrième jour, la liqueur du ballon 1 donna des traces certaines de réduction, et le sixième jour une forte réduction, commençant par le haut et bien avant l'ébullition. L'eau sucrée du ballon 2 ne donna aucune trace de réduction. Les granules oscillants introduits dans la liqueur du ballon 1 avaient seuls transformé le sucre de canne en glucose, car le microscope n'y montra ni mycélium, ni vibrions, ni bactéries, mais les granules oscillants seuls. Je répétai l'expérience, en les préparant de la même manière, avec des granules vibrants de la séve du *géranium*, du *lilas*, de l'*osier*, ainsi qu'avec des granules provenant de plantes aquatiques, des pétales de la rose et de la fleur

du *lotus;* j'obtins les mêmes résultats. Pour éviter les répétitions, je fais observer que, pour les expériences suivantes, j'ai suivi la même méthode que ci-dessus pour la préparation des granules et leur mise en contact avec le sucre de canne, l'empois de fécule ou la gelée de gélatine.

» *Action des granules oscillants de la séve sur l'empois de fécule.* — Je mis des granules oscillants du cambium du saule avec de l'empois de fécule bouilli et créosoté, fait avec de l'eau distillée. Le septième jour, l'empois était liquéfié complétement, et le quinzième jour une partie de la fécule dissoute était saccharifiée. Le mélange ne contenait absolument alors que les granules oscillants. J'obtins les mêmes résultats avec les granules des plantes et des fleurs que j'ai indiquées plus haut et avec ceux qui provenaient de pommes ou de graines de *haricot*, mais moins promptement, surtout la saccharification, avec des granules oscillants de pommes et de graines de *haricot*, et principalement lorsque les granules oscillants provenaient de pommes approchant de la maturité. Les granules ferments étaient épuisés.

» *Action des granules oscillants de l'utricule pollinique sur le sucre de canne.* — Je fis des expériences avec le pollen de l'*Hemerocalis flava*, du *Lis blanc*, du *Punica nana*, de l'*Hibiscus syriacus* et de différentes malvacées ou *convolvulacées*, en faisant éjaculer le pollen de chacun de ces végétaux dans de l'eau distillée créosotée. Des granules de l'utricule pollinique d'une convolvulacée, préparés comme l'ont été ceux de la séve du saule, lavés et isolés absolument, furent mis en contact, dans un ballon fermé hermétiquement, avec une solution bouillie et créosotée de sucre de canne pur. En quarante huit heures, une partie du sucre de canne fut transformée en glucose. Le résultat de la transformation du sucre fut confirmé par l'expérience que voici : la liqueur sucrée donnait, au début, pour déviation du plan de polarisation, 60,7 à droite. Cette même liqueur, après dix jours de contact avec les granules de l'utricule pollinique, ne donna plus que 54,5 à droite Une portion de la même solution sucrée n'indiqua aucun changement dans la déviation du plan de polarisation.

» *Action des granules de l'utricule pollinique sur l'empois de fécule.* — Je mis des granules de même origine en contact avec de l'empois de fécule bouilli et créosoté. Le sixième jour, la liquéfaction de l'empois était complète, mais ce ne fut que vingt-cinq à trente jours après que l'on commença à trouver des traces de saccharification de la fécule dissoute. L'action principale de ces granules a donc été ici la liquéfaction de l'empois de fécule.

» *Action des granules oscillants des matières liquides des insectes sur le sucre de canne. OEufs de papillon.* — Les œufs de papillon, du ver à soie

entre autres, contiennent normalement une quantité prodigieuse de granules oscillants d'une extrême petitesse. Je mis de ces granules, isolés absolument et lavés, en contact avec une solution bouillie et créosotée de sucre de canne exempt de glucose. La transformation du sucre eut lieu promptement.

» *Action des granules oscillants des œufs de papillon du ver à soie sur la fécule.* — Je répétai l'expérience en mettant des granules de même origine en contact avec de l'empois de fécule bouilli et créosoté. Le quatrième jour, l'empois était complétement liquéfié, mais quatre mois après le commencement de l'expérience la fécule dissoute ne donna pas de trace de réduction du réactif cupropotassique ; la saccharification n'avait donc pas eu lieu.

» *Action des mêmes granules oscillants sur la gelée de gélatine.* — Une gelée de gélatine blanche et pure, bouillie et créosotée, ne fut liquéfiée sans retour, sans qu'une basse température la fît coaguler de nouveau, qu'après vingt jours de contact avec les granules oscillants de l'œuf de papillon. Une seconde portion de la même gelée créosotée seulement était intacte.

» Je fis la même expérience avec de l'albumine pure, délayée dans de l'eau distillée et créosotée. Le liquide donnait primitivement au saccharimètre, pour déviation du plan de polarisation, 14 à gauche. Après vingt jours de contact avec les granules oscillants, on observa $13\frac{1}{2}$ à gauche ; l'action avait donc été nulle.

» *Action des granules oscillants des matières liquides de la chenille et de la partie postérieure du corps de l'araignée.* — J'ai fait les mêmes expériences qui précèdent avec ces granules oscillants ; j'ai obtenu les mêmes effets généraux, pour la transformation du sucre de canne et de la gelée de gélatine.

» *Action des granules oscillants formant le revêtement noir de la couche interne de la choroïde sur le sucre de canne.* — Après avoir lavé, dans trois ou quatre eaux distillées différentes, la partie externe de la choroïde de plusieurs yeux de bœuf, je recueillis et j'isolai les granules oscillants de la choroïde. Je les mis en contact avec une dissolution bouillie et créosotée de sucre de canne. Huit jours après, une partie de ce sucre était transformée en glucose.

» *Action des granules oscillants de la choroïde sur la gélatine.* — Je mis de ces granules en contact avec une solution bouillie et créosotée de gélatine blanche et pure. La liquéfaction sans retour fut moins prompte que la transformation du sucre ; elle eut lieu en quatorze jours. Le liquide ne

contenait rien d'étranger aux granules oscillants et n'avait aucune mauvaise odeur.

» *Remarque.* — Les expériences que je viens de décrire ont été répétées sous toutes les formes possibles pendant près de deux ans; elles ont commencé le 25 mai 1866, et les résultats identiques n'ont jamais fait défaut. Il en résulte que les granules oscillants dont je viens de parler sont des organismes agissant à la manière des ferments sur quelques matières analogues à celles avec lesquelles ils sont en contact dans leur milieu naturel. Leur fonction serait de concourir à la maturité des fruits, et chez les animaux et chez les végétaux d'élaborer certaines matières pour la nourriture des germes et la régénération incessante des organes, en opérant des changements dans les propriétés des tissus. L'interprétation que je donne ici est en rapport avec ce qu'a dit Leydig (*Traité d'histologie*) : « D'une manière » absolue, il faut dire que ce que nous appelons *éléments de formation* est » précédé d'une série de créations. » Les granules oscillants dont je viens de parler sont pour moi des agents de cette série de créations, et concourent efficacement à la formation et à la régénération des tissus. Les résultats des expériences que j'ai décrites pourront, je l'espère du moins, fournir des matériaux pour l'étude de la physiologie cellulaire. »

GÉOLOGIE. — *Sur la continuation des phénomènes éruptifs à Santorin.* Lettre de **M. de Cigalla** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Le volcan de nos îles Commènes compte déjà deux années et vingt jours d'existence, et, sans perdre presque rien de son intensité, il suit toujours sa marche régulière. De fortes détonations ou explosions ont lieu toutes les quatre ou cinq minutes de la bouche de Georges Ier, avec une grande quantité de cendres et de pierres incandescentes. Quelquefois même, cette cendre contient une certaine quantité de particules rouges, composées probablement d'oxyde de fer.

» La vapeur qui sort de Georges Ier est toujours très-abondante, et la colonne qu'elle forme arrive quelquefois à la hauteur de 4 à 5000 pieds, et si pendant ces exhalaisons il survient une légère pluie, elles deviennent alors très-nuisibles à la végétation.

» Les flammes aussi qui couvrent le sommet de Georges Ier ne laissent pas que d'être abondantes.

» De temps à autre, il se fait aussi de petites explosions sur d'autres points de Georges Ier et même dans le fond de la mer, où a lieu l'exhaus-

sement de la lave. De telles explosions ne proviennent pas, à coup sûr, de la brusque rupture des blocs, comme on peut s'en convaincre par la quantité des vapeurs qui se développent et par les flammes plus ou moins rouges qui, dans le même lieu, apparaissent souvent sur la surface de la mer.

» Georges Ier continue toujours à grandir. Sa cime, couverte sans cesse d'une lave scoriacée et incandescente qui s'élève en butte, a atteint la hauteur de 420 pieds, d'après les observations faites dernièrement par l'état-major de la frégate autrichienne *le Comte Radesky*. Cette lave, qui coule lentement et en très-petite quantité, prend différentes directions au S.-O. de Georges 1er, qui se prolonge avec rapidité, surtout du côté S.-E., en se dirigeant vers Santorin, aux endroit dits *Placa* et *Athermi*, où sont les sources thermosulfureuses.

» Les nouveaux sols présentent aujourd'hui, d'après des calculs approximatifs, une superficie de 1 000 000 de mètres carrés. En calculant la profondeur moyenne de la mer occupée par les nouvelles terres à 93 mètres, et la hauteur moyenne de ces terres au-dessus du niveau de la mer à 32 mètres, nous aurons une masse de 135 000 000 de mètres cubes, sans calculer nullement la lave qui coule probablement sous la mer et que nous ne voyons pas. Mais peut-être ne sommes-nous pas encore à la moitié du travail.

» Comme je viens de donner commission qu'on me fasse le dessin de ce même volcan, aussitôt que j'aurai ce dessin, je me ferai un devoir de vous en envoyer une copie. »

PHYSIOLOGIE. — *De l'influence de la section des nerfs sur la production de liquides intestinaux*. Note de **M. A. Moreau**, présentée par M. Cl. Bernard.

« L'expérience que je vais décrire montre que la section des nerfs qui se rendent à l'intestin détermine la production de liquides dans la cavité intestinale.

» Sur un chien de grande taille, bien portant, à jeun depuis la veille au moins, et dont l'intestin est par conséquent vide, je pratique, pendant le sommeil du chloroforme, une incision de la paroi abdominale, le long de la ligne blanche, et je mets à nu, en écartant l'épiploon, une grande anse d'intestin. Je choisis sur cette anse, en tenant compte de la distribution des vaisseaux, une longueur de 10 à 20 centimètres, et j'applique deux ligatures, de façon à avoir ainsi une petite anse fermée qui ne peut recevoir de liquide venant d'en haut ni d'en bas. Je forme en outre, à l'aide de deux

nouvelles ligatures, deux autres anses, l'une au-dessus, l'autre au-dessous de la première. Ces trois anses sont vides.

» J'isole alors avec le plus grand soin les nerfs qui se portent sur l'anse du milieu, ces nerfs marchent accolés aux vaisseaux ou placés à quelque distance d'eux. Je les coupe avec précaution, puis, l'intestin et l'épiploon étant remis en place, je recouds les lèvres de la plaie faite à la paroi abdominale.

» Bientôt le chien s'éveille et paraît n'avoir pas conscience de l'opération qu'il a subie. Au bout de plusieurs heures il est sacrifié et l'abdomen est ouvert. Le liquide contenu dans l'anse énervée est recueilli en ponctionnant l'intestin à l'aide d'un trocart. Les deux anses voisines et normales sont flasques et vides, et contrastent par leur aspect avec l'anse énervée. Leur membrane muqueuse est collante au doigt et même sèche, tandis que celle de l'anse énervée est douce, humide et ramollie par la présence du liquide de nouvelle formation qui la baigne.

» Ce liquide contient du mucus, des globules blancs et des corpuscules muqueux. Il est tout à fait exempt de globules rouges, si ce n'est dans le cas où les fils qui serrent l'intestin ont rompu les vaisseaux sanguins. J'évite facilement cet accident par l'emploi de ligatures qui ne coupent pas, telles, par exemple, que des tubes de caoutchouc d'un petit diamètre.

» Par le repos, ce liquide laisse déposer du mucus, quelques traces d'aliments, et fréquemment aussi des débris de ténias, enfin, des corpuscules muqueux et des leucocytes, dont la quantité offre des variations intéressantes à étudier.

» Ce liquide filtré est clair, avec une teinte légèrement jaunâtre. Sa densité égale 1,008. Il est fortement alcalin, et contient une quantité de carbonate ou de bicarbonate correspondant à $0^{gr},2$ de soude anhydre pour 100 grammes.

» Les matières organiques ont fourni un poids de 35 à 45 centigrammes et les matières minérales un poids de 9 à $9\frac{1}{2}$ décigrammes pour 100 grammes de liquide.

» Le résidu fixe est composé de carbonates alcalins, de chlorures, d'un peu de sulfates et de phosphate de chaux.

» L'analyse quantitative a montré sur trois liquides différents que le sodium y variait de 34 à 36 pour 100, le potassium de 2 à 6, le chlore de 32 à 45 et l'acide sulfurique de 1 à 4. Le phosphate de chaux, pesé dans une seule analyse, formait environ 2 pour 100 du résidu.

» Si dans la liqueur filtrée on verse de l'acide acétique de façon à neu-

traliser l'alcali, on obtient par l'ébullition un coagulum dont le poids a varié entre 8 et 10 centigrammes, et qui représente ainsi le tiers ou le quart des matières organiques.

» L'urée se trouve dans les matières non coagulées; dosée dans une analyse, elle fournit un poids de 16 milligrammes pour 100 grammes du liquide.

» La quantité de liquide ainsi obtenue dans une anse d'intestin s'est élevée à 100 grammes sur un chien que je sacrifiai trois heures après l'opération; elle était de 225 grammes sur un autre que je présentai à la Société de Biologie et qui avait été sacrifié dix-huit heures après l'opération.

» La comparaison de ce liquide avec le suc intestinal, l'étude des conditions qui font varier les quantités obtenues, et d'autres points qui se sont présentés à mon observation, méritent, je crois, d'être développés dans un autre travail.

» En résumé, la section des nerfs qui se distribuent à une anse d'intestin détermine la production de liquide dans cette anse. La portion d'intestin placée à 1 centimètre plus haut ou plus bas demeure dans un repos complet sous le rapport de la production des liquides intestinaux.

» J'ai fait et je poursuis ces expériences dans le laboratoire de M. Cl. Bernard au Collége de France depuis le mois de mai dernier. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Étude sur la betterave à sucre.* Note de **M. Mehais**, présentée par M. Payen.

« Ayant formé le projet d'entreprendre quelques essais d'amélioration sur les races de betteraves à sucre, nous avons cru devoir commencer par examiner quelles influences peuvent avoir les différents caractères de ces racines sur la quantité de sucre qu'elles renferment.

» Le poids spécifique des betteraves et celui du jus ayant surtout été employés pour choisir les porte-graines, en vue d'améliorer les racines saccharifères, nous avons d'abord examiné les rapports de ces deux caractères avec la richesse en sucre.

» Depuis la rédaction de notre Mémoire, nous avons reconnu que M. le docteur Scheibler avait fait sur ce premier point les mêmes observations que nous, et que nous nous trouvions ainsi devancé de quelques jours par leur publication en Allemagne; cependant, comme les études que nous y développons reposent sur des essais nombreux qui nous ont occupé presque exclusivement pendant plus de trois mois, nous pensons que ce

travail n'aura pas été inutile à reproduire au moins comme confirmation des faits dont il s'agit.

» Ces faits sont résumés de la manière suivante par M. le docteur Scheibler :

« 1° La densité des betteraves est toujours, et sans exception aucune, » moindre que celle du jus qui s'y trouve ; 2° pour la plupart des bette- » raves, la densité varie entre 103 et 106 : dans quelques cas exceptionnels, » cette densité peut tomber à 101 et remonter jusqu'à 107; 3° les bette- » raves les plus lourdes possèdent en général une densité et un rapport » saccharimétrique moindre que celles d'un faible poids absolu; 4° les » betteraves d'une haute densité possèdent en général une proportion » moindre de matières étrangères et un rapport saccharimétrique plus » élevé que celles d'une densité faible : cependant, à cette règle, il y a » d'autant plus d'exceptions que les betteraves sont moins denses; 5° la » présence simultanée de l'air et du jus dans les betteraves empêche toute » séparation mécanique des mauvaises betteraves, qui serait basée sur » la différence des densités des racines; 6° cependant cette séparation » pourra s'exécuter pour les betteraves d'une densité haute très-prononcée » et qui pourront servir à la culture des graines. »

» Sur les quatre premiers points, nos conséquences ont été à peu près les mêmes, seulement nous avons trouvé deux racines dont la densité était inférieure à celle de l'eau, et seize pour lesquelles cette densité se trouvait comprise entre 100 et 101 sur une moyenne de 300 betteraves.

» En ce qui concerne les deux derniers points, nos résultats ont été un peu différents : nous avons en effet reconnu que lorsque l'on sépare en plusieurs groupes les betteraves de densités différentes, en opérant sur une quantité suffisante de racines (quelques centaines au moins), la moyenne des richesses en sucre pour chaque groupe est d'autant plus forte que la densité est plus grande. La séparation d'après la densité des racines serait donc, selon nous, dans tous les cas, une bonne opération pour procéder au choix des porte-graines lorsque l'on veut opérer l'amélioration en grand dans la culture.

» Toutefois, nos expériences montrent que les résultats moyens ainsi obtenus sont toujours fort inférieurs à ceux que l'on pourrait obtenir de l'observation directe de la richesse du jus, ou même simplement de sa densité.

» On voit d'après cela que le moyen de séparation ci-dessus ne pourrait

plus suffire seul s'il s'agissait de tenter l'amélioration en opérant seulement sur quelques racines soigneusement choisies ; mais il nous paraît pouvoir être encore employé, dans ce cas, avec grand avantage pour faire un premier choix, qui permettrait de réduire de 90 à 95 pour 100 les essais plus longs qui doivent être exécutés sur le jus en prélevant un morceau de la racine. On pourrait alors, en consacrant un peu plus de temps à ces derniers essais, apprécier le degré de pureté du jus en même temps que sa richesse, afin de conserver pour porte-graines les betteraves qui accusent, non le plus de richesse absolue, mais le plus grand rendement en sucre extractible.

» Il suffirait pour cela de prendre la richesse ou la densité du jus et le poids des cendres, ou bien simplement la richesse et la densité : dans le premier cas, on choisirait parmi les betteraves les plus riches ou les plus denses celles qui donnent le moindre poids de cendre, et dans le second cas on prendrait parmi les plus riches celles dont le rapport de la richesse à la densité est le plus élevé.

» L'examen des caractères extérieurs des racines par leurs rapports avec la richesse en sucre des betteraves offre un intérêt non moins grand que celui des densités.

» Lorsque l'on observe une betterave arrachée avec précaution, on voit généralement deux lignes opposées, creusées en sillons plus ou moins profondément dans le sens de la longueur, et d'où partent presque toutes les radicelles que l'on remarque sur la racine; mais, tandis que, sur certaines betteraves, les radicelles, qui prennent alors le nom de *chevelu*, sont très-nombreuses et très-fines, sur d'autres sujets quelques-unes atteignent plusieurs millimètres de diamètre et quelquefois plus d'un centimètre.

» Les betteraves de ces deux types, que nous distinguerons sous les noms de *chevelu* et de *racineux*, diffèrent essentiellement au point de vue de leur richesse en sucre. Rarement une betterave appartenant au premier type se trouve plus riche qu'une autre appartenant au second, et, lorsque l'on opère sur des moyennes, la différence est toujours considérable pour des betteraves venues dans les mêmes conditions de culture. Dans nos expériences, qui portent sur 162 betteraves du type chevelu et sur 138 appartenant au type racineux, la richesse moyenne, qui n'était que de 11,13 pour 100 pour les premières, s'est élevée, pour les secondes, à 15,08 pour 100.

» La forme extérieure du corps de la betterave, quoique ayant une im-

portance moindre, paraît cependant influer aussi sur sa richesse saccharine. Il résulte de nos essais que, lorsque l'on compare des racines appartenant au même type, les formes les plus bombées extérieurement sont celles qui correspondent aux richesses minima, tandis qu'au contraire les racines les plus riches se rencontrent lorsque, vers le milieu de la longueur des racines, la surface extérieure tend à se rapprocher de l'axe par une courbure rentrante. Les betteraves de cette dernière forme appartiennent presque exclusivement au type racineux, et elles ont généralement de gros collets creux à l'intérieur, sur lesquels on remarque souvent plusieurs centres de végétation. Quant aux betteraves se rapprochant de la forme conique, elles nous ont paru tenir le milieu entre celles des deux formes ci-dessus, que nous désignons sous les noms de *forme bombée* et de *forme concave*.

» On peut se rendre compte, jusqu'à un certain point, de l'influence que peut avoir la forme des racines sur la richesse en sucre, en considérant que les betteraves fortement bombées au milieu ne paraissent pas renfermer plus de tissu fibreux que celles qui le sont le moins, et que le renflement semble ainsi se faire surtout par l'accroissement du tissu utriculaire, qui, comme on le sait, est beaucoup moins riche en sucre et plus riche en sels que le tissu formé de petites cellules allongées entourant les faisceaux vasculaires, comme M. Payen l'a démontré.

» Il doit en être de même des racines qui atteignent rapidement un grand développement; aussi les betteraves les plus grosses sont-elles, en général, les moins riches.

» Si l'on remarque, au contraire, que les gros collets, le nombre des centres de végétation et le nombre des racines latérales tendent au développement des tissus vasculaires, on comprendra de même pourquoi les betteraves du type racineux (surtout celles qui affectent la forme concave) sont ordinairement les plus riches et celles dont le jus est le plus pur.

» La couleur des betteraves ne nous a pas paru avoir un rapport bien marqué avec leur richesse en sucre lorsque l'on ne compare entre elles que des racines appartenant au même type; mais les betteraves blanches avec collets gris, légèrement verts ou légèrement rosés, sont à peu près les seules que l'on rencontre dans le type racineux; en sorte que les betteraves à peau rouge ou jaune, et même les blanches à collets rouges, n'atteignent pas ordinairement le même maximum de richesse.

» Les faits que nous venons d'exposer permettent de prévoir que si, dans le choix des porte-graines, on s'attachait exclusivement à la repro-

duction des betteraves les plus riches en sucre, on arriverait nécessairement à la création d'une race caractérisée par le type racineux, la forme concave et enfin les collets gros et creux portant plusieurs centres de végétation. Tels sont, en effet, les caractères qui distinguent la race obtenue dans ces conditions par Louis Vilmorin.

» Mais, si une pareille race possède à un haut degré l'avantage de la richesse en sucre et de la pureté du jus, elle a aussi l'inconvénient grave de produire peu de poids à l'hectare, outre les difficultés qui résultent de l'existence des racines latérales, tant en culture qu'en fabrication.

» Si, au contraire, on se bornait à choisir pour porte-graines les betteraves les plus bombées, les plus grosses et les moins racineuses, comme le font, en général, les cultivateurs pour obtenir un fort rendement à l'hectare, on tomberait dans l'inconvénient opposé : on arriverait ainsi à produire de fort belles racines, mais qui, par leur pauvreté en sucre, seraient ruineuses pour le fabricant.

» Il nous semble, d'après cela, que, pour améliorer les races de betteraves utilement, au double point de vue de la culture et de la fabrication, c'est-à-dire *pour obtenir avec le moins de frais possible le maximum de sucre extractible sur 1 hectare d'une terre donnée*, il est nécessaire de tenir compte de l'ensemble de tous les caractères que nous venons d'étudier, ou, plus généralement, de tous ceux qui peuvent avoir une influence :

» 1° Sur la richesse en sucre de la betterave;

» 2° Sur le poids des racines et leur rendement à l'hectare;

» 3° Sur la pureté des jus, et particulièrement sur la quantité de sels qu'ils renferment;

» 4° Sur les proportions de pulpe et de jus, en tenant compte des procédés d'extraction;

» 5° Sur la facilité du travail en culture et en fabrication.

» Il nous paraît bien probable qu'en opérant ainsi, on arriverait à un type moyen entre les betteraves racineuses et celles qui ne portent que du chevelu, et peut-être aussi à une forme moyenne, telle que la forme conique ou une forme légèrement bombée. Telle paraît être, du moins, la conséquence naturelle des faits exposés ci-dessus. »

M. Maumené adresse quelques observations au sujet de la communication faite par M. Chevreul, dans la séance du 2 mars. Selon l'auteur, la potasse tirée du suint pur est exempte de soude, et le dernier travail de M. Peligot peut fournir un argument de plus en faveur de cette opinion.

M. **Amaury-Gellusseau** adresse une Lettre concernant son Mémoire sur « l'Action de l'air comprimé dans la fondation des ponts ».

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres pour le concours de 1866, au jugement de laquelle le Mémoire a été soumis.)

M. Brate demande et obtient l'autorisation de retirer du Secrétariat ses communications relatives au carré de l'hypoténuse.

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Commission chargée de préparer une liste de candidats pour la place d'Associé étranger vacante par suite du décès de *M. Faraday*, présente, par l'organe de **M. Delaunay**, la liste suivante :

En première ligne. . . . . . . **M. Murchison**, à Londres.

En deuxième ligne et par ordre alphabétique . . . .
- **M. Agassiz**, à Cambridge (États-Unis).
- **M. Airy**, à Greenwich.
- **M. de Baer**, à Saint-Pétersbourg.
- **M. Bunsen**, à Heidelberg.
- **M. Forbes**, à Édimbourg.
- **M. Graham**, à Londres.
- **M. de Martius**, à Munich.
- **M. Péters**, à Altona.
- **M. Tchébychef**, à Saint-Pétersbourg.
- **M. Wheatstone**, à Londres.

Les titres de ces candidats sont discutés.
L'élection aura lieu dans la séance prochaine.

La séance est levée à 5 heures trois quarts.

É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 9 mars 1868, les ouvrages dont les titres suivent :

L'Abyssinie et le roi Théodore; par M. Ant. D'ABBADIE. Paris, 1868; br. in-8°.

Sur la floraison de la vigne; par M. Henri MARÈS. Montpellier, 1868; br. in-8°.

Commentaires thérapeutiques du Codex medicamentarius; *par* M. Ad. GUBLER. Paris, 1868; grand in-8° relié.

Les tombelles antéhistoriques de la côte de Malzéville, 1re série; *par* M. Raoul GUÉRIN. Nancy, 1868; br. in-8°.

Notice zoologique et anatomique sur une espèce de Chetoptère (Chœtopterus Quatrefagesi, Nob.) *des côtes de la Manche; par* M. S. JOURDAIN. Paris, 1868; br. in-8°.

Les conifères: indigènes, exotiques; par M. C. DE KÉRIVAN, avec une Introduction de M. le vicomte DE COURVAL. Paris, 1868; 2 vol. in-32 avec figures.

Dissertation sur l'âge de pierre auquel on attribue vingt mille ans d'antiquité, ce qui aurait couvert la terre entière d'ossements d'hommes qu'on n'y trouve pas; et preuves nouvelles de la civilisation assyrienne et peu antique de la Chine, et des fausses époques assignées, par les Égyptologues de nos jours, aux Pharaons qui, à partir de Joseph, ont dominé l'Asie entière et même l'Europe, commençant alors à se peupler; par M. le ch. DE PARAVEY. Paris, 1868; br. in-8°.

Notice sur les travaux scientifiques de M. TRESCA. Paris, 1868; in-4°.

Proceedings... *Procès-verbaux de la Société royale d'Édimbourg*, session 1866-67, t. VI. Édimbourg, sans date; in-8°.

Transactions... *Transactions de la Société royale d'Édimbourg*, t. XXIV, 3e partie, session 1866-67. Édimbourg, 1868; in-8° avec planches.

Scenes... *Scènes et études de la vie sauvage; par* M. G. MALCOLM SPROAT. Londres, 1868; in-12 relié.

Il nuovo... *Le nouveau goniomètre; par* M. F. FICHERA. Catane, 1867; br. in-8°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 16 mars 1868, les ouvrages dont les titres suivent :

Recueil de Mémoires de Médecine, de Chirurgie et de Pharmacie militaires, rédigé sous la surveillance du Conseil de santé; publié par ordre du Ministre de la Guerre, 3e série, t. XIX. Paris, 1867; in-8°.

Exposition universelle de 1867 *à Paris. Rapports du Jury international publiés sous la direction de* M. Michel CHEVALIER : *Instruments de mathématiques et modèles pour l'enseignement des sciences ; par* M. Ed. GRATEAU. Paris, 1867; in-8°.

L'Industrie, l'Hygiène et le Choix des professions, Mémoire lu à l'Académie de Médecine; par M. F.-X. POZNANZKI. Paris, 1868; br. in-12.

De la vapeur. Du combustible et de sa disette prochaine; par M. BOUCHER DE PERTHES. Paris, 1868; br. in-12.

Étude sur le phosphore; par M. C. LADREY. Paris, 1868; in-8°.

Sur la fabrication du chlorure de chaux et sur la chlorométrie; par M. A. BOBIERRE. Paris, 1867; 4 pages in-4°.

Peinture géographique du monde moderne; par Mme V.-F. PLÉE. Paris, 1868; in-12.

De l'acier et de sa fabrication; par M. L. GRUNER. Paris, 1867; grand in-8° avec planches. (Présenté par M. Combes.)

Memorie... *Mémoires de l'Académie royale des Sciences de Turin,* 2e série, t. XXIII. Turin, 1866; in-4° avec planches.

Atti... *Actes de l'Académie royale des Sciences de Turin, mars à juin* 1867. Turin, 1867; 4 brochures in-8° avec planches.

Dell' uso... *De l'usage du principe géométrique des résultantes dans la théorie des tétraèdres; par* M. le professeur Dom. CHELINI. Bologne, 1867; in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

Preliminari... *Préliminaires d'une théorie géométrique des superficies; par* M. L. CREMONA, pages 49 à 100. Milan, 1867; in-4°.

Modo... *Mode pour trouver la vérité et conquérir Rome;* par le professeur G. GALLO. Turin, 1868; br. in-8° (2 exemplaires).

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS DE FÉVRIER 1868. (Fin.)

Journal des Fabricants de Sucre; nos 43 à 46, 1867; in-fol.

Kaiserliche... *Académie impériale des Sciences de Vienne;* no 3, 1868; in-8o.

L'Abeille médicale; nos 6 à 9, 1868; in-4o.

La Guida del Popolo; no 7, 1868; in-8o.

L'Art médical; février 1868; in-8o.

L'Art dentaire; no 2, 1868; in-12.

La Science pour tous; 13e année, nos 10 à 13, 1868; in-4o.

Le Gaz; no 12, 1867; no 1er, 1868; in-4o.

Le Moniteur de la Photographie; nos 22 et 23, 1868; in-4o.

Les Mondes..., nos 6 à 9, 1868; in-8o.

Le Sud médical; nos 2, 3, 4, 1868; in-8o.

L'Imprimerie, janvier 1868; in-4o.

Magasin pittoresque; février 1868; in-4o.

Matériaux pour l'histoire positive et philosophique de l'homme; par G. DE MORTILLET; septembre et octobre 1867, et janvier 1868; in-8o.

Monatsbericht... *Compte rendu mensuel des séances de l'Académie royale des Sciences de Prusse.* Berlin, novembre 1867; in-8o.

Monthly... *Notices mensuelles de la Société royale d'Astronomie de Londres;* no 3, 1868; in-12.

Montpellier médical... Journal mensuel de Médecine; février 1868; in 8o.

Nouvelles Annales de Mathématiques; février 1868; in-8o.

Pharmaceutical Journal and Transactions; nos 7 et 8, 1868; in-8o.

Revue maritime et coloniale; février et mars 1868; in-8o.

Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; nos 4 et 5, 1868; in-8o.

Società reale di Napoli. Rendiconto dell' Accademia delle Scienze fisiche e matematiche; Naples, janvier 1868; in-4o.

Société d'Encouragement, Résumé des procès-verbaux, séances des 24 janvier et 14 février 1868; in-8o.

The American Journal of Science and Arts; no 130, 1867; in-8o.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 MARS 1868.

PRÉSIDENCE DE M. DELAUNAY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

« M. **Milne Edwards** remercie l'Académie du don d'un exemplaire des *Comptes rendus* que la Commission administrative a bien voulu mettre à sa disposition pour la Faculté des Sciences de Paris. Il ajoute que la Société royale de Londres s'est montrée non moins généreuse envers ce corps enseignant : elle a envoyé à la Faculté des Sciences la collection complète de ses *Proceedings* (de 1800 à 1867) et la série des *Philosophical Transactions* pour les trente-huit dernières années. M. Milne Edwards, comme représentant de la Faculté, saisit cette occasion pour remercier publiquement la Société royale de Londres. »

« M. **Bertrand** présente à l'Académie une méthode pour calculer les logarithmes des nombres qui, due à Huyghens et communiquée par lui en 1666 dans l'une des premières séances de l'Académie des Sciences, est restée jusqu'ici inédite. Les indications suivantes, textuellement copiées sur les procès-verbaux conservés au Secrétariat, lui paraissent offrir un double intérêt. La méthode est remarquable et élégante en elle-même, et la démonstration que Huyghens ne donne pas paraît difficile à faire sans recourir à la série logarithmique de Mercator, publiée seulement en 1668,

et présentée à cette date par Huyghens lui-même dans l'une des séances de l'Académie. »

Règle pour trouver les logarithmes (1).

« Le calcul suivant cette règle est beaucoup plus court que par celle dont on s'est servy jusques icy, et pour faire voir la différence il faut seulement remarquer que pour trouver par exemple le logarithme de 2 jusques à dix chiffres vrais, il fallait extraire environ quarante fois la racine carrée d'un nombre de 64 chiffres, là où, par la présente règle pour avoir le mesme logarithme, il ne faut qu'extraire six fois la racine carrée d'un membre de 28 chiffres et faire ensuite trois divisions et une multiplication. La règle est celle-cy.

» Il faut avoir une fois pour tout les racines carrées du nombre 10 extraites consécutivement jusques à la sixième, et chaque racine de 14 chiffres, et si on désire avoir les logarithmes jusqu'à 10 charactères véritables, ou jusqu'à la septième ou huitième racine et davantage (et quant et quand de plus de chiffres) si l'on les veut encore plus précisément. Ainsy la racine cinquième extraite de 10 est 10 746 078 283 213, qui soit appelée a.

» La racine sixième est 10 366 329 284 377, qui soit b.

» L'unité 10 000 000 000 000, soit d (c'est-à-dire étant multipliée par 10^{13} comme sont également les racines pour faire en aller les fractions).

» Maintenant il faut trouver un nombre égal à

$$\frac{200da}{3d+3a+4b}+40b-3a-3d,$$

lequel nombre est icy

559 661 035 184 532;

on le multipliera par $a-d$, dont le produit sera

4 175 509 443 116 778,

dont il sera assez de prendre les premiers charactères; et il faut noter que ce nombre une fois trouvé servira ensuite au calcul de tous les logarithmes.

» Soit proposé de trouver le logarithme de 2; il faut avoir semblablement la cinquième et la sixième racine extraite de 2 en 14 chiffres, comme auparavant du nombre 10.

» La cinquième racine de 2 est 102 189 171 486 541, qui soit dite f.

» La sixième racine de 2 est 10 108 892 860 517, qui soit dite g.

» Et l'unité comme devant 10 000 000 000 000, soit d.

(1) Extrait du *Registre des procès-verbaux*, t. I, p. 40; 1666.

» Il faut après trouver un nombre égal à

$$\frac{200\,df}{3d+3f+4g}+40g-3f-3d,$$

lequel nombre est icy

545 869 542 830 178 ;

on le multipliera par $a-\frac{ad}{f}$, et le produit sera

1 256 953 589 206.

Maintenant, comme le nombre dessus trouvé 41755... à celuy-cy 12565... Ainsy sera le logarithme de 10, à scavoir 10000..., au logarithme de 2, qui sera

0,301 029 995 67,

où il y a dix charactères vrais et le onziesme qui surpasse le vray de l'unité.

» L'on sait qu'il faut mettre un zéro pour charactéristique, à cause que le nombre 2 est au-dessous de 10.

» Or, pour trouver le logarithme d'un nombre au-dessus de 10, il faut tant de fois extraire la racine carrée que la dernière extraite soit moindre que la racine sixième extraite de 10, c'est-à-dire aux nombres depuis 1 jusqu'à 100 il faudra extraire sept fois, depuis 100 jusqu'à 10000 huit fois, depuis 10000 jusqu'à 100000000 neuf fois; et en se servant des deux racines dernières et les appelant f et g et opérant comme dessus, on aura le logarithme de la racine qui est la septième en comptant la dernière en arrière, et cela aussi précisément que nous avons trouvé le logarithme de 2, c'est-à-dire jusqu'à 10 charactères vrais. Doublant après ce logarithme trouvé, l'on aura celuy du nombre proposé, si l'on n'a fait que 7 extractions; en doublant encore une fois, si l'on en a fait 8; et encore une fois, si l'on en a fait 9. »

CHIMIE. — *Sur la présence du cuivre dans les êtres organisés;* *par* **M. Chevreul.**

« M. Nicklès m'a adressé une Lettre à la date du 14 mars, dans laquelle il me dit : « Dans votre dernière communication, vous rangez le » cuivre parmi les principes *accidentels* (des corps vivants) : ce n'est que » justice. »

» M. Nicklès me fait passer la copie d'une Note imprimée dans le *Journal*

de Pharmacie de 1866, dans laquelle il attribue à une erreur d'expérience l'exagération de l'opinion de la diffusion du cuivre dans la nature. Cette erreur est le résultat de l'usage de la lampe de Bunzen à bec de cuivre dans l'incinération des matières organiques. M. Lossen a confirmé, par des expériences comparatives, l'exactitude de l'opinion de M. Nicklès.

» Je ferai remarquer qu'en considérant, en 1868, comme accidentelle la présence du cuivre dans les matières organiques, je n'ai fait que rappeler l'opinion émise dans mon Rapport sur le bouillon de la Compagnie hollandaise, le 19 de mars 1832, imprimé par ordre de l'Académie (*voir* p. 16 et 17, et la note 3, p. 33).

» Enfin, je rappelle mes expériences sur la présence du cuivre dans l'eau d'un puits des Gobelins, où elle avait été puisée au moyen d'une pompe de cuivre.

» Les expériences nombreuses sur l'influence de cette eau en teinture sont décrites dans mon treizième Mémoire de mes Recherches chimiques sur la Teinture, présenté à l'Académie, le 2 de décembre 1861, et imprimé dans le XXXIVe volume des *Mémoires de l'Académie.* »

COSMOLOGIE. — *Sur trois nouveaux fers météoriques du Chili, récemment parvenus à la Collection de Géologie du Muséum; par* **M. DAUBRÉE.**

« Le Chili paraît devoir être compté parmi les régions du globe les plus favorisées par les chutes de fer météorique.

» On connaît depuis longtemps les masses de fer trouvées dans le désert d'Atacama, qui renferment de gros grains de péridot et rappellent le fer de Krasnojarsk dit de Pallas. Ces masses, désignées habituellement sous le nom de *fer d'Atacama*, proviennent de la localité nommée Imilac.

» Plus récemment, on a trouvé au Chili, dans la Sierra de Chaco, de nombreux blocs d'une météorite sporadosidère, très-riche en fer (polysidère) (1), dont M. Domeyko vient d'offrir au Muséum un échantillon qui ne pèse pas moins de 12 kilogrammes.

» Sur trois autres points du Chili, on a récemment découvert des fers météoriques qui sont également venus, pendant ces derniers mois, enrichir la collection déjà si nombreuse du Muséum.

» Ces trois nouveaux gisements paraissent également distincts de celui que l'on connaît au Chili, à Hemalga.

---

(1) Ces dénominations se rapportent à la classification qui a été publiée dans les *Comptes rendus*, t. LXV, p. 867.

» Le premier a été trouvé dans la Haute-Cordillère d'Atacama ; le second dans la Cordillère de Deesa; le dernier dans une localité qui n'est pas indiquée.

» Nous devons le premier à la libéralité du Gouvernement du Chili, qui, grâce à la bienveillante entremise de M. Rosalès, ancien ministre, et de M. Domeyko, inspecteur général des mines, a bien voulu s'en dessaisir en notre faveur.

» Les deux autres nous ont été donnés par M. Domeyko, auquel nous sommes déjà redevables de plusieurs dons importants.

I. — *Fer trouvé entre le Rio-Juncal et Pedernal, dans la Haute-Cordillère d'Atacama.*

» Ce fer, qu'on a pu admirer à l'Exposition, pèse 104 kilogrammes.

» Une Lettre de M. Domeyko nous apprend qu'on doit la découverte de ce bel échantillon à un propriétaire des Andes, don Lisaras Fonseca, qui voyageait dans le but de découvrir quelque filon métallifère. Il avait avec lui plusieurs mineurs et 25 mules de charge. Après trois mois de recherches inutiles il ne lui restait, le 25 novembre 1866, que 14 mules qui pouvaient à peine marcher, lorsqu'en traversant un endroit très-aride et sablonneux, il aperçut à peu de distance du chemin un gros bloc noir qui attira son attention. Il crut avoir trouvé un bloc d'argent et se décida à l'emporter, malgré le mauvais état de ses mules. Heureusement il lui en restait une qui supporta le poids du fer, augmenté de celui des pierres qu'on fut obligé d'ajouter pour équilibrer la charge. Ce n'est qu'à grand'peine qu'on arriva à Nantoco, dans la vallée de Copiapo, où l'essayeur de l'établissement métallurgique de la localité reconnut la nature du bloc, qu'on avait pris pour de l'argent.

» D'après les renseignements donnés par M. Fonseca, la masse métallique gisait sur la pente occidentale de la Haute-Cordillère des Andes, entre le Rio-Juncal et les salines de Pedernal qui touchent aux marécages nommés Leoncita et La Ola, à 50 lieues en ligne directe, au nord-est de Paypote. « C'est, dit M. Domeyko, peut-être le fer qu'on a trouvé jusqu'à présent » dans la région la plus élevée des Andes; car elle avoisine la ligne de » faîte. » Toutefois, il n'est pas absolument certain qu'il ait été trouvé au point même de sa chute. M. Fonseca paraît même croire qu'il a été apporté des mines de l'autre versant des Andes par des mineurs qui, ne pouvant continuer leur voyage avec ce fardeau, l'ont déposé au milieu des pierres, dans l'intention de l'emporter plus tard.

» Le fer de Juncal a conservé presque en entier la surface qu'il avait au moment de sa découverte; cette surface n'a été entamée artificiellement sur aucun point.

» La forme du bloc est irrégulièrement conique; il a 48 centimètres de long, et sa base, un peu elliptique, a 19 centimètres de diamètre.

» La surface est très-remarquable par les nombreuses dépressions en forme de capsules, de largeur très-diverse, dont elle est presque complétement couverte, et que l'on connaît dans la plupart des autres fers météoriques.

» En outre, on y voit des sillons de forme sinueuse ou *vermiculures*, comme on les a signalées également déjà sur quelques fers, mais caractérisées ici d'une manière tout exceptionnelle.

» Ces vermiculures sont certainement dues à une érosion lente produite par les agents atmosphériques. La croûte a ainsi été détruite et a disparu sur la plus grande partie de la surface. Toutefois son existence primitive est incontestable, puisque cette croûte subsiste encore sur de nombreux points, où elle ne recouvre plus que des espaces très-limités. Elle constitue un émail noir, à rayure rougeâtre, présentant tout à fait le même aspect que la croûte du fer qui est tombé le 14 juillet 1847, à Braunau, en Bohême.

» Outre les vermiculures, l'érosion a fait apparaître de nombreuses lignes droites disposées par séries parallèles et se coupant sous des angles constants, conduisant souvent à des triangles équilatéraux, qui indiquent la cristallisation octaédrique de la masse. L'érosion lente a agi d'une manière analogue à l'acide que l'on emploie dans l'expérience de Widmanstætten, qui donne, comme on pouvait le prévoir, des figures très-nettes. Le réseau qui apparaît sur une lame polie que l'on soumet à l'action des acides ne le cède en rien à celui du fer de Caille, dont il reproduit la disposition, ainsi qu'on peut en juger par l'échantillon que je mets sous les yeux de l'Académie.

» Les figures produites par les lames brillantes rappellent également ce que l'on observe dans les fers de Schwetz, Red-River, Franklin County, Seneca Falls, Russel Gulch, etc.

» Pour compléter ce qui touche à l'aspect de la surface de la météorite de Juncal, il convient d'ajouter qu'il existe sur un point une cavité cylindroïde, visiblement due à la disparition d'un rognon de troïlite.

» Un échantillon, examiné au laboratoire de géologie du Muséum par M. S. Meunier, a donné une densité de 7,697 à 9°,5.

» M. Damour a bien voulu se charger d'étudier ce fer au point de vue chimique. Voici les résultats obtenus par ce savant chimiste :

Fer	0,9203
Nickel	0,0700
Cobalt	0,0062
Phosphore	0,0021
	0,9986

» Le soufre, le silicium et le carbone n'ont pas été recherchés.

II. — *Fer de la Cordillère de Deesa.*

» Le fer météorique trouvé dans la Cordillère de Deesa, près Santiago, est représenté au Muséum par deux échantillons, dont l'un pèse 800 grammes et l'autre 1^{kil},305.

» Le petit échantillon présente, à sa surface, l'aspect d'un agrégat peu cohérent, traversé par de nombreuses fissures qui lui donnent une structure granulaire; les grains sont anguleux et de la grosseur d'une tête d'épingle.

» Le principal échantillon n'offre pas cette surface granulaire et est, au contraire, très-cohérent. Sa forme, qui n'est probablement pas celle que la masse avait au moment de la chute, ne présente rien de particulier.

» Sur les surfaces polies, on remarque, avant tout, de nombreux fragments anguleux qui se distinguent sur le fond métallique et brillant par une couleur foncée et terne. Leurs dimensions, qui sont variables, ne dépassent pas 2 centimètres.

» Dans ces fragments, sont disséminés de très-petits grains de fer métallique, des rognons plus volumineux de troïlite et une substance foncée qui consiste principalement en silicate.

» Cette masse appartient donc au groupe des Syssidères, et par sa structure brèchiforme, elle a de l'analogie avec le fer si remarquable de Tula. Elle se rapproche plus encore du fer trouvé en 1840 à Hemalga, dans le désert de Talcahuayo, au Chili.

» La densité de ce fer est comprise entre 6,10 et 6,24, d'après M. Domeyko, qui a exécuté l'analyse chimique du fer de Deesa. Voici les résultats obtenus par ce savant :

» La partie pierreuse et silicatée, qui n'a d'ailleurs pas été analysée jusqu'ici, représente les 24 millièmes de la masse. Lorsqu'on attaque le fer par l'acide chlorhydrique faible, ce silicate fait partie du résidu.

» Ce résidu renferme, en outre, un phosphure double de fer et de

nickel, qu'on fait apparaître en passant à l'acide une plaque polie. Il se dessine alors à la surface sous forme de baguettes et de lignes à peu près circulaires, sans produire les figures régulières de Widmanstætten.

» Voici les nombres obtenus par M. Domeyko :

Fer	0,8717
Nickel	0,0875
Silicate insoluble	0,0240
Phosphure de fer et de nickel	0,0142
	0,9974

» Quant au phosphure il renferme :

Fer	0,6500
Nickel	0,2630
Phosphore	0,0870
	1,0000

» La troïlite ne figure pas dans l'analyse de M. Domeyko, ce qui montre quelle est très-inégalement répandue dans la masse.

» Elle renferme de petits grains lithoïdes brillants, qu'on y distingue au microscope. Ces grains, attaquables par l'acide chlorhydrique concentré, manquent dans le fer métallique. Ils paraissent exclusivement disséminés dans le sulfure, comme nous l'avons observé dans le fer de Charcas. D'après M. Stanislas Meunier, qui les a examinés chimiquement au laboratoire du Muséum, la solution ne contient que de la magnésie; mais la très-faible quantité de matière dont on pouvait disposer n'a pas permis de voir si elle offre la composition du péridot.

III. — *Fer d'une localité non indiquée du Chili.*

» Le dernier des fers météoriques du Chili, que nous avons cités, forme un échantillon de 280 grammes.

» Sa surface est noire, inégale et présente les cavités ou capsules habituelles. Il est malléable et tenace. Sa densité, prise au laboratoire du Muséum, est égale à 7,66. Enfin sa structure est très-compacte et ne présente aucune trace de matière pierreuse interposée.

» Il prend très-bien le poli, mais il ne donne pas les figures de Widmanstætten. Les acides y produisent un simple moiré, dans lequel sont disséminés quelques grains brillants, ayant l'aspect de la schreibersite et de très-petites parties noires, dont la nature n'est pas encore déterminée.

» Un échantillon de fer que M. Domeyko a attaqué par un acide lui a donné environ 4 pour 100 de résidu complétement insoluble dans l'eau

régale, et qui renferme plus de 16 pour 100 de nickel et à peine quelques traces de phosphore.

» La partie soluble, soumise à l'analyse, a donné à M. Domeyko 14,1 pour 100 de nickel et pas de cobalt. »

COSMOLOGIE. — *Fer météorique trouvé à San-Francisco del Mezquital, Durango, Mexique; par* **M. Daubrée.**

« Le fer de San-Francisco del Mezquital constitue un bloc du poids de 7 kilogrammes environ.

» Il offre une forme aplatie très-caractéristique.

» Sa longueur est de 28 centimètres, sa plus grande largeur de 13 centimètres, et son épaisseur seulement de 7 centimètres.

» En faisant abstraction des petits accidents, on remarque trois faces principales, dont deux sensiblement parallèles sont beaucoup plus grandes que la troisième, qui leur est à peu près perpendiculaire.

» Celle-ci, qui s'étend dans toute la longueur de l'échantillon et dont la largeur ne dépasse pas 5 centimètres, présente la circonstance intéressante d'être à peu près plane, et de rappeler ainsi, jusqu'à un certain point, la face analogue que j'ai signalée antérieurement sur le fer de Charcas. Elle contraste, sous ce rapport, avec les autres faces qui sont plus ou moins accidentées.

» Quand on voit le fer météorique, malgré sa ténacité et sa malléabilité, se présenter en masses de forme polyédrique, il est difficile de concevoir qu'une force, quelque énorme qu'on la suppose, ait pu produire des fragments de ce genre. Une autre conjecture consiste à supposer que ces formes résultent du moulage du fer au milieu de masses pierreuses dont il se serait détaché. On se trouve ainsi ramené à une idée émise par M. de Haidinger au sujet du fer de Tula (1).

» L'une des deux grandes faces présente une dépression à peu près circulaire, de 8 à 9 centimètres de diamètre, et dont la profondeur maxima est de près de 2 centimètres. Autour de cette cuvette, se voient de larges surfaces ondulées. Une partie de ces surfaces sont comme chagrinées par l'érosion atmosphérique qui a agi ici, comme sur la masse de Juncal, avec cette différence qu'elle a produit, non pas des vermiculures, mais un simple

(1) Wiener, *Acad. Bericht.*, t. XLII, p. 507; 1860.

pointillé inégal et grossier. Une cavité cylindroïde, de 5 millimètres de diamètre environ, indique l'existence d'un rognon de troïlite.

» La seconde grande face est beaucoup moins accidentée. Elle présente un rognon de troïlite de la même grosseur que le précédent.

» Outre ces faces principales, on peut en reconnaître deux autres beaucoup plus petites, obliques par rapport aux grandes faces, sensiblement parallèles, et situées aux deux extrémités de la plus grande longueur de l'échantillon.

» Le fer de San-Francisco del Mezquital appartient à M. le général de division Castelnau, aide de camp de l'Empereur, qui l'a rapporté du Mexique. Non-seulement il a bien voulu nous le communiquer avec une extrême obligeance, mais il nous a en outre généreusement autorisé à prélever un petit échantillon pour la collection du Muséum.

» Cette opération, en enlevant une partie détériorée, a permis d'observer la structure interne de la masse métallique.

» Le fer qui nous occupe prend admirablement le poli et acquiert ainsi un brillant spéculaire. La section que nous avons pratiquée a rencontré deux rognons de troïlite et une longue veine de même substance, traversant tout l'échantillon sur 7 centimètres de longueur et 2 millimètres d'épaisseur.

» Soumise à l'action de l'acide chlorhydrique, la surface polie n'a donné, que d'une manière très-imparfaite, les figures dites de Widmanstætten. Cependant, en examinant avec attention la partie attaquée, on reconnaît l'existence de longues lames de schreibersite, se détachant, par son éclat, sur le fond grenu du fer nickelé, et en outre, des petites aiguilles qui offrent toutes les apparences de la rhabdite, que M. Gustave Rose a fait connaître.

» La densité du fer de San-Francisco del Mezquital est égale à 7,835, à 11 degrés, d'après une mesure de M. Damour.

» Cet habile chimiste a trouvé, pour la composition chimique, les nombres suivants :

Fer	0,9338
Nickel	0,0589
Cobalt	0,0039
Phosphore	0,0023
	0,9989

» Cette composition, qui ne s'écarte pas sensiblement de la composition habituelle des fers météoriques, est très-voisine, comme on voit, de celle du fer de Juncal au Chili, qui vient d'être décrit. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *De la gomme et du tannin dans le* Conocephalus naucleiflorus; *par* **M. A. Trécul.**

« La famille des Artocarpées est généralement considérée comme composée de plantes lactescentes. Elle m'a cependant offert une exception. Le *Conocephalus naucleiflorus* ne renferme pas de vaisseaux à suc laiteux, mais des cellules gommeuses dans les parties les plus jeunes des rameaux, et des lacunes ou canaux pleins de gomme dans les parties un peu plus âgées. Ces canaux existent principalement dans l'écorce et dans la moelle des rameaux de ce végétal.

» Dans la partie la plus jeune d'une branche croissant avec beaucoup de vigueur, les cellules à gomme apparaissaient près du sommet, avant que l'on découvrît aucune trace d'amidon dans les cellules voisines. L'amidon ne commençait à se montrer que vers 4 centimètres au-dessous de ce sommet et dans l'écorce seulement, où des granules très-petits et rares encore occupaient les cellules de la région moyenne de cette écorce. Plus bas sur ce rameau et dans toute sa longueur, qui était de 35 centimètres, il n'y avait de même de l'amidon que dans la région moyenne ou vers la limite externe du tiers interne de l'écorce, et les grains amylacés les plus gros de cette partie inférieure n'avaient que $0^{mm},005$ de diamètre. Ils étaient plus petits encore dans l'écorce des parties placées plus haut. La moelle, au contraire, n'en montrait dans aucune de ses parties, bien que dans un rameau plus âgé il s'en trouvât dans la moelle comme dans l'écorce, et même dans le corps ligneux, ainsi que nous le verrons plus loin.

» Je viens de dire que le développement de la gomme est plus précoce, et que son apparition a lieu un peu au-dessous du sommet. Elle naît, à l'intérieur de la moelle et de l'écorce, dans des cellules un peu plus grandes que celles qui les entourent, et elles forment des groupes de deux ou de plusieurs cellules, fréquemment elliptiques, qui peuvent avoir dans le jeune âge de $0^{mm},08$ à $0^{mm},09$ de longueur, sur $0^{mm},05$ à $0^{mm},06$ de largeur, ou moins, et $0^{mm},14$ sur $0^{mm},09$, ou plus, suivant le nombre ou la dimension des utricules.

» Les cellules de chaque groupe paraissent tantôt libres, et tantôt entourées d'une utricule mère, dont la membrane peut avoir une certaine épaisseur. Ces cellules à gomme déjà plus grandes que les parenchymateuses qui les environnent, continuent de croître beaucoup plus longtemps que ces dernières. Dans un groupe de quatre cellules à gomme superposées,

chacune d'elles avait de $0^{mm},12$ à $0^{mm},15$ de longueur, sur $0^{mm},07$ de largeur, tandis que les cellules du parenchyme adjacent n'avaient que de $0^{mm},03$ à $0^{mm},05$ de longueur.

» Les plus jeunes de ces cellules à gomme renfermaient, avec un nucléus muni de son nucléole, un plasma finement granuleux, tout à fait soluble dans l'eau. Dans les cellules un peu plus âgées, le plasma se modifie. Augmentant de densité, il se transforme en une masse homogène, blanche, brillante, tantôt de la circonférence au centre, mais avec irrégularité, tantôt en commençant sur une partie seulement du pourtour de la cellule et en s'étendant ensuite graduellement, de sorte que sur une portion de la périphérie de la cellule, il peut rester de la matière finement granuleuse, qui semble persister à cet état.

» J'ai dit que le nombre des utricules ainsi pleines de mucilage, dans chaque groupe, n'est pas déterminé. Il peut y avoir seulement deux cellules, ou quatre, ou six ou davantage. J'ai observé des séries de douze et de vingt-quatre cellules, et il peut en exister de plus nombreuses; mais je ne saurais dire si dans ces derniers cas toutes les cellules constituantes ont formé le groupe initial, ou si la série, d'abord d'un petit nombre de cellules, s'est étendue progressivement par la modification de cellules adjacentes.

» Quoi qu'il en soit, le contenu de chaque cellule se comporte ordinairement comme je viens de l'exposer, c'est-à-dire qu'il se réunit en une masse homogène et brillante, qui peut occuper toute la cavité cellulaire, ou laisser à la périphérie des espaces irréguliers, fort remarquables par les fines granulations gommeuses qui les emplissent, et dont la teinte blonde dans l'alcool contraste avec le blanc brillant de la masse mucilagineuse principale.

» J'ai figuré avec cet aspect, dans la planche que je mets sous les yeux de l'Académie, un beau groupe de quatre cellules qui avait $0^{mm},50$ de longueur sur $0^{mm},07$ de largeur. Les cellules terminales étaient un peu rétrécies vers les deux extrémités du groupe. La belle masse gommeuse blanche que contenait chacune de ces quatre cellules, ayant été un peu contractée, permettait de distinguer les parois cellulaires et surtout les transversales, restées minces. Des séries de douze cellules offraient le même aspect, et chez quelques autres voisines, la substance gommeuse, étant beaucoup plus rare, avait subi une contraction plus considérable qui laissait de grands espaces vides de chaque côté des cloisons transversales, espaces qui atteignaient $0^{mm},07$ et $0^{mm},08$ de largeur; mais le plus souvent les cellules sont à peu près remplies par la matière mucilagineuse.

» Tel paraît être l'état le plus fréquent de cette substance à l'intérieur des cellules intactes. Quelquefois cependant le mucilage est autrement réparti dans les cellules qui le contiennent. Il peut former autour de celles-ci comme une couche de plasma homogène, en apparence moins dense, et à cause de cela plus grisâtre, moins blanc et moins brillant que dans les cas précédents, mais également soluble dans l'eau.

» Toutes les cellules gommeuses, pleines ou avec cavité centrale, qui viennent d'être décrites, ne restent pas à cet état. Les membranes se ramollissent et disparaissent, et le contenu des différentes cellules se fusionne.

» Avant d'en arriver là, on peut observer diverses phases intermédiaires. Dans quelques séries de cellules, la matière gommeuse, plus ou moins rare et contractée, laisse libres les parois cellulaires, au moins les transversales; dans d'autres séries d'utricules, la substance gommeuse subit un retrait d'un autre aspect, qui s'accuse : tantôt par des fentes longitudinales et plus ou moins recourbées, qui s'étendent du voisinage de la paroi supérieure transversale d'une cellule à la paroi inférieure; tantôt par des fentes obliques dont l'inflexion rappelle grossièrement les circonvolutions un peu écartées des spiricules des vaisseaux trachéens.

» A un moment donné, quel que soit l'aspect de cette matière, elle se ramollit, prend l'apparence d'une pâte molle qui coule dans les espaces vides. En même temps les parois cellulaires se modifient, se gonflent, se changent en gomme et disparaissent dans la masse générale.

» La planche que j'ai mise sous les yeux de l'Académie offre de ces états divers. Dans l'une des figures, on voit encore à la place d'une des cloisons transversales quelques stries qui représentent cette cloison en voie de transformation et de dissolution. Enfin, quand toute trace de ces parois cellulaires a disparu, les masses gommeuses des différentes cellules, s'allongeant comme une matière semi-fluide, glissent les unes sur les autres à la faveur des espaces libres, et puis se mêlent graduellement. Bientôt on n'a plus, dans tout le canal ainsi formé, qu'une substance continue, marquée de fines stries longitudinales, dans laquelle pourtant on peut trouver encore quelquefois çà et là des masses moins ramollies, qui finissent par se fusionner tout à fait avec le reste de la matière gommeuse.

» Dans un jeune rameau à végétation puissante, comme celui dont j'ai parlé, on rencontrait à la même hauteur, dans l'écorce et dans la moelle, à 4 centimètres du sommet, les états les plus différents, depuis de jeunes cellules gommeuses avec leur plasma finement granuleux et leur nucléus nucléolé, jusqu'à des canaux parfaits. A 9 centimètres du sommet étaient encore des

séries de cellules dans lesquelles les cloisons transversales étaient apparentes; mais plus bas je n'en ai pas aperçu (1). A la partie inférieure de ce rameau, j'ai obtenu de ces canaux qui, ayant été coupés, étaient incomplets aux deux extrémités, et qui, malgré cela, avaient plus de 5 millimètres de longueur sur $0^{mm},03$ à $0^{mm},05$ de largeur.

» Quand les canaux gommeux sont étroits, c'est qu'ils sont formés par l'unique rangée verticale de cellules qui les constituait dans les exemples que j'ai décrits précédemment. Il n'en paraît pas être de même à tous les âges, car j'ai observé, dans l'écorce d'un rameau plus vieux, des canaux gommeux qui avaient jusqu'à $0^{mm},20$ et $0^{mm},25$ de largeur. Ces derniers avaient dû être produits aux dépens des cellules avoisinantes gommifiées, mais je n'ai pas eu l'occasion de suivre leur modification dans cette circonstance. J'ai seulement observé fort souvent qu'autour des cellules gommeuses primitives, les cellules du parenchyme voisin, beaucoup plus petites, renfermaient une couche plasmatique homogène, épaisse, à surface interne inégale, qui avait tout l'aspect d'une couche gommeuse; cependant, quand on remplaçait l'alcool de la préparation par de l'eau, cette couche ne se dissolvait pas. Je dois ajouter pourtant que les premières notes que j'ai prises sur cette plante signalent des exemples de dissolution; mais depuis j'ai vu ce plasma si souvent indissous, que j'en étais venu à douter de l'exactitude de ces premières observations. Les larges lacunes que je viens de mentionner, et aussi les canaux fort allongés que j'ai indiqués quelques lignes plus haut, semblent donner raison à ces premières notes.

» Je terminerai en disant que j'ai aperçu dans les stipules de beaux canaux pleins de gomme qui avaient jusqu'à $0^{mm},08$ à $0^{mm},13$ de largeur.

» Les rameaux du *Conocephalus naucleiflorus* sont encore dignes d'intérêt par la distribution du tannin qu'ils contiennent, car ce principe immédiat est également renfermé dans des utricules spéciales, qui sont répandues en grand nombre dans l'écorce, dans la moelle et dans le corps ligneux. Voici comment elles étaient réparties dans le jeune rameau dont je viens de faire connaître les canaux gommeux.

» Pendant une macération dans une solution de sulfate de fer qui fut prolongée du 8 septembre au 28 du même mois, ce sel accusa du tannin

---

(1) Il est clair qu'une végétation plus ou moins active doit modifier tous ces rapports de hauteur, et probablement aussi l'aspect même du contenu des cellules, en ce qui concerne la quantité de celui-ci.

dans une seule des deux espèces de poils dont ce rameau était revêtu à sa partie supérieure. Les poils dressés, pointus, à cellules un peu épaissies, n'en offraient pas, tandis que les poils à cellules obtuses et flexueuses, dont plusieurs partent de la même base, étaient fortement noircis.

» Près du bourgeon terminal il y avait aussi du tannin dans la région corticale périphérique, qui devait être plus tard le collenchyme, mais les cellules noircies étaient fort rares à la même hauteur dans l'écorce plus interne et dans la moelle. A 1 centimètre plus bas, des cellules noircies étaient éparses, dans la région du collenchyme, sur une zone beaucoup plus large, et leur nombre avait aussi beaucoup augmenté dans l'écorce interne, où elles étaient dispersées sur une ligne un peu irrégulière dans le voisinage du jeune cylindre vasculaire. (Je ne dis pas que cette ligne correspondait au tissu sous-libérien, parce que le liber n'était pas encore perceptible.) Le nombre des cellules tannifères s'était aussi considérablement accru dans la moelle. Toutes ces utricules étaient le plus souvent isolées, mais quelquefois plusieurs étaient contiguës et superposées.

» A 1 centimètre plus bas encore, les cellules à tannin du collenchyme étaient oblongues comme celles de ce tissu, et arrangées en séries d'un nombre variable d'éléments. Dans l'écorce interne les cellules tannifères, oblongues aussi, n'étaient pas disposées en séries régulières. Quelques cellules noircies existaient également au contact des vaisseaux de cette partie du rameau, qui étaient d'assez gros vaisseaux spiraux et annelés. Comme déjà un peu plus haut, les cellules à tannin de la moelle étaient nombreuses, isolées; ou bien deux, trois ou rarement quatre étaient superposées. Ressemblant aux autres cellules médullaires, elles étaient à peu près carrées ou assez souvent plus courtes que longues.

» A la base du jeune scion, c'est-à-dire à 35 centimètres du sommet, les cellules noircies étaient toujours nombreuses dans le collenchyme, très-rares ou presque nulles dans l'écorce moyenne, et en très-grand nombre dans l'écorce interne, où la plupart étaient en dedans du liber, quelques-unes entre les éléments de ce tissu, et d'autres en dehors de lui. Le liber de ce jeune rameau était très-peu développé par le nombre et par l'épaisseur de ses fibres. Là encore quelques cellules noircies étaient éparses dans la partie trachéenne des faisceaux. Enfin, elles étaient nombreuses dans la moelle, comme plus haut; mais ici, au bas du rameau, ces utricules tannifères étaient souvent deux, trois ou quatre fois plus longues que les cellules de cette moelle, quoiqu'une certaine quantité d'entre elles fussent encore de même dimension que les cellules environnantes.

» Dans un rameau plus âgé, d'un an ou plus, qui avait 12 millimètres de diamètre, les cellules tannifères étaient nombreuses dans le collenchyme formé de cellules assez élégamment et irrégulièrement épaissies. Elles étaient en grand nombre également dans le parenchyme cortical extralibérien, et entre les fibres du liber, qui elles-mêmes noircissaient quelquefois; mais dans le parenchyme cortical placé en dehors du liber, les cellules à tannin étaient ordinairement plus courtes que larges, comme les autres cellules de ce parenchyme, tandis que, dans la région libérienne, comme je l'ai dit déjà, elles sont oblongues, bien que de longueur et de largeur variables. Dans la moelle de ce rameau plus âgé, les cellules tannifères étaient très-rares; il n'en existait plus guère que quelques-unes vers le pourtour, et elles étaient courtes comme celles de cette région.

» La couche ligneuse du même rameau, dont la structure a de l'analogie avec celle de beaucoup de plantes du grand groupe des Urticées, avait $2 \frac{1}{2}$ millimètres d'épaisseur. Sa coupe transversale offrait l'aspect d'un réseau ligneux figurant sept strates fibreuses concentriques, reliées entre elles de manière à constituer des mailles ou intervalles occupés par des cellules oblongues à parois minces. L'ensemble de ces mailles pleines de cellules non lignifiées simulait donc des zones interrompues, tantôt plus larges, tantôt plus étroites, à travers le corps fibro-vasculaire, et, parmi les cellules qui les composaient, étaient répandues sans ordre des utricules tannifères, qui contenaient des granules noircis de même dimension que les grains amylacés des cellules voisines. J'ai omis de les éprouver par l'iode, et, à cause de cela, je crois devoir rappeler qu'en 1865 j'ai signalé au pourtour de la moelle des *Rosa Eglanteria* et *sulphurea* des cellules dans lesquelles, le tannin étant rare, les grains amylacés devenaient seuls noirs sous l'influence du sel de fer (*Comptes rendus*, t. LX, p. 1037). »

ÉLECTRO-PHYSIOLOGIE. — *Recherches physico-chimiques appliquées à l'électro-physiologie; par* **M. CH. MATTEUCCI.**

« Les savants qui s'intéressent aux progrès de l'électro-physiologie n'auront pas tout à fait oublié dans quelle direction ont été poursuivies mes études, dans ces dernières années, et quelle est la voie que j'ai essayé d'ouvrir dans un champ encore si obscur, par mes dernières communications à l'Académie. Après avoir étudié pendant bien des années les phénomènes principaux de l'électro-physiologie et leurs lois, j'ai cru que le moment était

venu de rechercher quelle part peuvent avoir dans ces phénomènes les changements physiques et chimiques que le passage du courant électrique doit provoquer dans les muscles et dans les nerfs vivants, indépendamment de leurs propriétés vitales.

» C'est dans ce but que j'ai fait un grand nombre d'expériences sur le pouvoir électromoteur secondaire développé dans les nerfs par le passage du courant électrique. J'ai pu ainsi prouver que les polarités secondaires éveillées dans un nerf, comme dans tout corps humide, circulent dans le nerf après la cessation du courant voltaïque dans une direction déterminée, de manière à intervenir nécessairement dans les phénomènes physiologiques que le courant provoque à l'ouverture du circuit. On connaît toutes les hypothèses qu'on a faites pour s'expliquer les contractions violentes qui s'éveillent dans un animal lorsque le courant cesse de passer, et le peu de fruit qu'on a tiré de ces hypothèses. Au contraire, nous savons maintenant que le passage du courant électrique polarise un nerf comme il fait d'un fil de coton imbibé d'eau, ou de tout autre corps solide d'une structure capillaire et imbibé d'un liquide conducteur, et que cette polarisation donne lieu à un courant électrique qui circule au moment de l'ouverture du circuit : et puisque, dans une expérience bien connue d'électro-physiologie, le courant secondaire doit marcher dans le membre inverse de l'animal électrolysé juste dans la direction qui est la plus propre à exciter le nerf, il y a lieu d'attribuer à ce courant secondaire, c'est-à-dire à un fait physique très-connu, les contractions qui s'éveillent à l'ouverture du circuit.

» Je demande la permission de rappeler encore à l'Académie une autre application que j'ai faite tout dernièrement de ces principes. Un fil de platine très-mince, recouvert d'une couche humide formée d'un fil de coton ou de chanvre et imbibée d'une solution saline, est très-actif pour la production des polarités et des courants secondaires. On n'a qu'à poser ce fil sur deux électrodes quelconques et à y faire passer un courant électrique pendant un instant très-court, pour voir ensuite ce fil, mis en communication avec le galvanomètre, développer des courants secondaires très-intenses. Une expérience facile à répéter avec les papiers chimiques réactifs met en évidence la propagation des courants électriques dans ce conducteur et montre clairement comment ces phénomènes se produisent avec une si grande intensité. Si au lieu d'un fil de platine préparé comme je l'ai dit, on emploie un fil de zinc bien amalgamé, également enveloppé d'un fil de chanvre ou de coton, et si l'on emploie également pour liquide une solution neutre de sulfate de zinc, on voit alors que les phénomènes obtenus avec le platine ne se produisent

plus; et en effet on sait que les polarités secondaires ne se développent pas sur le fil de zinc ainsi préparé. En partant de ces analogies, je n'ai plus hésité à affirmer que les polarités secondaires interviennent dans l'*électrotone* des nerfs et qu'on doit voir, relativement à la propagation de l'électricité et à la distribution des effets électrolytiques ainsi formés, une analogie intime entre la structure du nerf et celle d'un fil de platine enveloppé d'une couche humide. Tout dernièrement encore, j'ai pu vérifier sur un fil de platine ainsi préparé, que la ligature et la section agissent dans le même sens que sur l'électrotone des nerfs, c'est-à-dire en affaiblissant notablement ce phénomène sans le détruire entièrement.

» Je vais maintenant entretenir l'Académie de nouvelles expériences tentées toujours dans la voie que j'ai décrite, c'est-à-dire en cherchant à rattacher les phénomènes électro-physiologiques à des effets physiques et chimiques déterminés par le passage du courant électrique.

» *Pouvoir électromoteur musculaire.* — L'existence et les lois principales de ce pouvoir, comme propriété du tissu musculaire vivant, sont aujourd'hui établies; mais nous sommes encore dans l'obscurité, quant à son origine et à ses analogies avec tous les électromoteurs connus. On peut même ajouter que les derniers travaux sur la fonction de l'organe électrique de la torpille n'ont pas contribué à nous faire comprendre mieux la propriété électrique des muscles. Au contraire, en faisant voir que l'organe produit constamment de l'électricité et que cette production s'exalte d'une manière persistante après les décharges de l'organe, tandis que la contraction affaiblit le courant musculaire, on ne peut plus se fonder sur l'analogie qui paraissait d'abord exister entre ces deux fonctions physiologiques. Nous savons seulement, depuis longtemps, que l'électricité musculaire varie avec la propriété que les physiologistes appellent *irritabilité*. Les grenouilles qui sont restées pendant un certain temps dans l'eau privée d'air et couverte d'une couche d'huile, ou dans l'eau contenant en dissolution de l'acide carbonique, sans attendre qu'elles aient perdu leur vivacité ordinaire, ont cependant leur pouvoir électromoteur musculaire considérablement affaibli. Toutes ces expériences se font d'une manière sûre et facile, en opposant, dans le circuit du galvanomètre, des éléments musculaires à l'état naturel à d'autres éléments semblables qui ont subi une certaine modification. De cette manière, il est facile de découvrir les effets produits dans le pouvoir électromoteur musculaire par un séjour prolongé des grenouilles dans l'air raréfié ou dans le gaz hydrogène. Le courant musculaire persiste toujours dans les muscles de ces gre-

nouilles; mais lorsqu'on oppose ces muscles à des muscles semblables de grenouilles restées à l'état naturel, on obtient constamment un courant différentiel très-fort et persistant, dû à ces derniers.

» Évidemment ces expériences nous amèneraient à supposer que les actions chimiques de la respiration musculaire interviennent dans la production de l'électricité, et cette hypothèse est certainement d'accord avec ce fait que le muscle qu'on a fait contracter est devenu, d'une manière persistante, moins électromoteur que le muscle laissé en repos. On connaît une belle expérience de M. Cl. Bernard, démontrant qu'on trouve, après la contraction musculaire, le sang artériel privé d'oxygène et chargé d'acide carbonique.

» Voici encore une expérience qui, d'une manière sûre, nous conduirait aux mêmes conclusions. On prend un certain nombre de grosses grenouilles, on les fixe par les membres supérieurs au bord d'une table, et on suspend à une des pattes, à l'aide d'un crochet, un poids de 50 ou 60 grammes qui tende le membre, en laissant libre l'autre membre. Après trente ou quarante minutes et même une heure, on prépare ces grenouilles de manière à former deux piles de demi-cuisses, qu'on met en opposition pour avoir le courant différentiel; une des piles est formée avec les muscles qui ont été chargés du poids, l'autre avec les muscles libres. On trouve ainsi un courant différentiel très-fort et très-persistant, dans le sens du courant des muscles qui n'ont pas travaillé.

» Dans le même but et toujours par la même méthode, j'ai étudié quelle était l'influence de la chaleur et du contact plus ou moins prolongé de l'air avec l'intérieur du muscle sur son pouvoir électromoteur. Pour cela, je coupe à moitié un certain nombre de grenouilles, je laisse un des groupes ainsi formés à la température ordinaire, qui était de + 8 degrés centigrades; je place l'autre groupe dans de l'air chauffé à + 40 degrés centigrades, et je le maintiens à cette température pendant trente ou quarante minutes. Un grand nombre d'expériences ainsi faites, soit sur des gastrocnémiens, soit sur des demi-cuisses, ne laissent aucune incertitude sur la diminution notable de l'électricité musculaire due à ce léger échauffement.

» Il est également facile de s'assurer que la section tranversale *fraîche* d'un muscle a constamment un pouvoir électromoteur plus fort que la section laissée à l'air pendant un certain temps. Cette différence augmente à mesure qu'on laisse écouler plus de temps entre les deux préparations. Il faut pour cela couper à un certain nombre de grenouilles une des cuisses à moitié, sans enlever la peau et laisser passer vingt minutes, une heure et

même cinq à six heures, et puis préparer rapidement les deux piles opposées, l'une formée d'éléments dont la section est fraîche, l'autre formée d'éléments dont la section a été exposée à l'air pendant un certain temps. On obtient toujours un courant différentiel très-fort dont le sens est celui de la pile des éléments à section fraîche.

» On parvient même, en renouvelant la section tantôt d'une pile et tantôt de l'autre, à faire prévaloir tantôt l'une, tantôt l'autre de ces piles, et toujours celle où la section est fraîche.

» Il était naturel de rechercher quelles sont les réactions chimiques que présentent les muscles des grenouilles dans ces différents cas, et quelle pourrait être l'influence de ces réactions sur l'électricité des muscles.

» Il est facile de s'assurer de l'existence de ces réactions chimiques; on n'a pour cela qu'à préparer rapidement une grenouille à la manière de Galvani, et à la poser ensuite sur des papiers de tournesol bleus et rouges. On ne tarde pas à voir que le papier bleu ne montre aucun changement, du moins pendant les premières vingt ou trente minutes; le papier rouge, au contraire, devient bleu presque immédiatement sous le tendon d'Achille et sous l'articulation de la cuisse. Ces changements marquent en quelque sorte la position des membres de la grenouille. La même chose arrive sur des jambes de poulet et de lapin. En un mot, les extrémités tendineuses immédiatement après la mort présentent une réaction décidément alcaline, tandis que la surface des muscles est neutre.

» Voyons maintenant ce qui arrive pour l'intérieur du muscle. La section intérieure ou transversale fraîchement formée sur les cuisses de grenouille est neutre, ou, dans un grand nombre de cas, légèrement alcaline. Dans les muscles des animaux supérieurs, cette réaction se voit plus rarement.

» Si on laisse à l'air ces muscles entiers, coupés en travers, les phénomènes chimiques changent entièrement; pour les muscles des oiseaux et des mammifères, ce changement est plus rapide; il est encore accéléré par l'action de la chaleur. L'intérieur des muscles, même quelques minutes après avoir été mis à découvert, présente la réaction acide; cette réaction augmente avec le temps. Pour les muscles des animaux à sang chaud, elle se produit plus rapidement. J'ai fait beaucoup d'expériences pour m'assurer si le contact de l'air atmosphérique avec l'intérieur du muscle est nécessaire pour que cette réaction se manifeste. Je crois m'être assuré que, pour les muscles de grenouille, l'acidité est plus lente à se produire dans le vide de la machine pneumatique que dans l'air; mais il est certain qu'en coupant les muscles de poulet ou de lapin peu de temps après la mort, et les

muscles de grenouille cinq à six heures après, on trouve déjà la réaction acide, tandis que cette réaction manque pour la surface des muscles et pour les tendons.

» On doit maintenant se demander quel est le rôle que ces réactions chimiques naturelles des muscles peuvent exercer sur leur pouvoir électromoteur. Je me garderai bien pour le moment d'entretenir l'Académie de tous les doutes que cette question soulève, et je dois me borner à ajouter que, d'après les expériences que j'ai rapportées dans ce Mémoire, cette question est du plus haut intérêt pour la théorie des phénomènes électro-physiologiques.

» Il y a pourtant un point sur lequel je n'hésite pas à me prononcer, dès ce moment. Il suffit d'avoir disposé l'expérience de deux piles de demi-cuisses opposées, et donnant un courant différentiel nul ou très-faible, pour obtenir tantôt sur l'une, tantôt sur l'autre de ces piles, *une diminution immédiate et très-marquée* de son pouvoir électromoteur en mouillant les sections transversales des éléments avec une solution d'acide citrique ou acétique. On ne peut donc se refuser à admettre que l'acidité qui se produit après la mort dans le muscle, et surtout dans la couche externe de la section transversale, doit être considérée comme la cause de la diminution et de la perte du pouvoir électromoteur des muscles des animaux tués. Je n'insisterai pas pour démontrer que l'influence produite par les différences de température, par les contractions préalables, enfin par l'emploi de muscles pris sur des animaux présentant différents degrés d'irritabilité, ne sont plus que la conséquence nécessaire de cette explication.

» J'aurai l'honneur de communiquer plus tard à l'Académie les recherches que je ne manquerai pas de faire pour décider jusqu'à quel point les réactions chimiques trouvées dans les muscles interviennent dans leurs propriétés électriques à l'état de vie.

» Il faut aussi tenir compte, dans l'explication de ces propriétés, des phénomènes extrêmement curieux et encore si obscurs que notre illustre et infatigable confrère, M. Becquerel, vient de découvrir et qu'il a nommés *actions électro-capillaires*. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur l'hiver de* 1868 *au Jardin des Plantes de Montpellier; par* **M. Ch. Martins.**

« Il y a maintenant dix-sept ans que des observations météorologiques suivies se font au Jardin des Plantes de Montpellier. L'hiver qui vient de

finir étant un des plus rigoureux qu'il ait traversés dans ce laps de temps, j'ai cru intéressant de le comparer aux seize hivers qui l'ont précédé. Le Jardin des Plantes étant au nord de la colline du Peyrou et dans le point le plus bas des alentours de la ville, il en résulte que son climat est plus froid que celui des quartiers situés au sud de la colline ou à un niveau plus élevé. En effet, j'ai montré ailleurs (1) que, dans les nuits calmes et sereines, qui sont aussi les plus froides, il y a toujours *accroissement* de la température avec la hauteur dans la région inférieure de l'atmosphère. A Montpellier, cet accroissement est en moyenne de 5°,26 pour une différence de niveau de 49^{m},4 ou de 0°,11 par mètre. D'autres expériences m'ont prouvé que, de deux thermomètres à minima identiques et semblablement placés à la même hauteur au-dessus du sol, l'un dans la partie basse du Jardin des Plantes, l'autre au square du Chemin de fer, situé au sud de la colline du Peyrou, le second, dans les nuits froides, se tenait à 4°,8 au-dessus du premier. Aussi, dans l'état actuel de la climatologie, les nombres qui expriment la température d'une ville doivent-ils être toujours acceptés avec une certaine réserve et considérés comme approximatifs, car ils ne traduisent que les températures de l'air qui entoure immédiatement les instruments observés. Les chiffres que je vais donner indiquent les limites extrêmes de froid observées au Jardin des Plantes, et ils ont l'avantage de représenter les froids extrêmes constatés dans le voisinage immédiat de la ville de Montpellier.

» On sait que l'hiver météorologique se compose des mois de décembre, janvier et février, je ne parlerai donc avec détail que de ces trois mois. Cependant le froid fut précoce : le mois de novembre comptait déjà quinze jours de gelée, son *minimum* moyen fut de 1°,05 et le thermomètre descendit une nuit à −9°,1. Ceci dit, il ne sera plus question dans la suite de cet extrait que des trois mois de l'hiver météorologique. La température moyenne de cette saison, conclue des dix-sept années d'observations, est de 5°,53 centigrades; celle de l'hiver dernier a été de 4°,37. Deux hivers seulement, 1854 (4°,20) et 1864 (4°,23), ont eu une moyenne inférieure à la dernière. La moyenne générale des *minima* de chaque jour ou *minimum moyen*, véritable expression du froid pendant les dix-sept années, est de 0°,44. Dans le dernier hiver ce minimum est descendu à − 1°,89. Si j'étudie les autres hivers, je n'en trouve pas un seul dont le minimum

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 31 décembre 1860, et *Mémoires de l'Académie des Sciences de Montpellier*, t. V, p. 47; 1861.

moyen soit aussi bas : en effet, ceux de 1854 et de 1864 ne sont que de — 0°,95 et — 0°,84. Ces nombres prouvent que, quoique la moyenne hivernale de 1868 soit supérieure à celles de 1854 et 1864, le froid a été plus continu et généralement plus intense que dans les deux hivers précités. La considération des nuits de gelée achèvera la démonstration. Le nombre moyen de ces nuits, calculé sur dix-sept ans, est, au Jardin des Plantes, de 44; or, en 1868, il a été de 58 et plus grand que dans aucun des hivers précédents. Ceux de 1852, 1854 et 1864 n'en ont eu, les deux premiers, que 53, le troisième 55.

» Le plus grand froid ou minimum absolu indiqué par le thermomètre de Six a été de — 11°,9 dans la nuit du 5 au 6 janvier 1868. J'ai enregistré des températures plus basses. Le thermomètre est descendu à — 12°,0 le 15 février 1854; à — 16°,0 le 5 janvier 1855, et à — 11°,8 le 5 janvier 1864. Ainsi depuis dix-sept ans il y a eu trois hivers dans lesquels le minimum absolu a été plus bas qu'en 1868.

» Etudions maintenant la chaleur relative de l'hiver qui vient de s'écouler. Le *maximum moyen* de la température déduit des dix-sept années est de 10°,62. Le maximum moyen de 1868 ayant été 10°,64, nous affirmons que les chaleurs de cet hiver n'ont pas été moindres qu'elles ne le sont en général et même plus fortes que dans les hivers de 1854, 1855, 1858, 1860, 1864 et 1865. Ce sont ces chaleurs qui ont relevé la moyenne de l'hiver dernier et compensé jusqu'à un certain point la continuité et l'intensité du froid.

» Si nous calculons la différence moyenne entre le minimum de la nuit et le maximum du jour, ou l'amplitude de l'oscillation diurne, nous trouvons qu'elle est en général pendant l'hiver de 10°,18. Dans celui de 1868 cette amplitude s'est élevée à 13°,31 et en février à 16°,2. Les nuits froides étaient donc suivies de journées relativement très-chaudes.

» Les températures les plus élevées ou les maxima *absolus* observés à l'ombre ont été 17°,5 le 14 décembre; 16°,0 le 16 janvier, et 19°,5 les 5 et 26 février.

» Si l'hiver de 1868 n'est point unique sous le point de vue de la température, il l'est sous celui de la sécheresse. La quantité de pluie qui tombe moyennement en hiver à Montpellier est de 210 millimètres. Le dernier hiver il en est tombé 33 seulement, même en tenant compte de l'eau produite par la fusion de la neige. Les deux hivers les plus secs après celui-ci ont été 1852 et 1859. Dans le premier il est tombé 63 millimètres d'eau, dans le second 113. Malheureusement encore, l'hiver si sec que nous venons

de traverser a été précédé d'un automne, d'un été et d'un printemps qui l'étaient également; car dans ces trois saisons la terre n'a reçu que 327 millimètres d'eau, quantité insignifiante pour alimenter les sources et les petits cours d'eau de nos environs.

» Une seule et même cause générale explique tous les phénomènes météorologiques que nous venons d'analyser, c'est la persistance des vents de nord-ouest (*mistral*) et de nord qui ont soufflé pendant soixante-deux jours sur quatre-vingt-onze. Ceux qui se rattachaient aux courants généraux conservaient encore, en arrivant sur les bords de la Méditerranée, la température des régions septentrionales de l'Europe où régnait un froid intense. Les autres brises locales et intermittentes nées sur les plateaux couverts de neige des Cévennes, des montagnes de la Lozère et de l'Aveyron, descendaient vers le rivage de la mer en refoulant l'air plus chaud de la plaine. Le ciel, d'une admirable sérénité, favorisait pendant la nuit le rayonnement nocturne; la terre se refroidissait et refroidissait ensuite de proche en proche les couches d'air en contact avec elle. Mais dès que le soleil se levait dans un ciel sans nuages, le sol se réchauffait peu à peu, et la température de l'air s'élevait à son tour. De là, ces différences entre les températures du jour et celles de la nuit; de là, l'amplitude extraordinaire de la variation diurne; de là, ces nuits froides suivies de journées chaudes, contrastes caractéristiques de tous les climats de la région méditerranéenne. Les vents pluvieux sont à Montpellier, surtout le sud-est, le sud, puis l'est et le nord-est. La persistance des vents du nord-ouest explique donc l'absence de pluie, et souvent nous avons vu les nuages qui s'élevaient de la mer chassés ou dissipés par leur souffle puissant. De là encore la sécheresse exceptionnelle de cet hiver. Au début de la saison froide, elle a été un bienfait. La végétation, déjà ralentie par les gelées de novembre, s'est arrêtée complétement. En effet, la sécheresse de l'air et le froid continu ne favorisaient pas le gonflement des bourgeons, et les racines ne trouvaient pas dans le sol desséché les éléments liquides de la séve printanière; aussi les figuiers, les oliviers, les lauriers, les mûriers et la vigne n'ont-ils point ou très-peu souffert, malgré la continuité et l'intensité du froid. Certaines plantes, gorgées de sucs, telles que: *Agave americana*, *A. filifera*, *Opuntia inermis*, *Cereus peruvianus*, qui supportent très-bien les hivers ordinaires de Montpellier, ont été frappées dans leurs parties aériennes; mais les grands exemplaires de quatre espèces de palmiers: *Sabal Adansoni*, *Jubæa spectabilis*, *Chamærops humilis* et *Ch. excelsa* et du *Dasylirion gracile* n'ont été atteints que dans celles de leurs feuilles qui étaient les plus rapprochées du sol. Il en eût été autrement si la terre avait été

humide ou si les gelées étaient survenues brusquement. Les causes de mort des végétaux en hiver sont plus complexes qu'on ne le croit généralement, et désormais on devra renoncer à mettre à côté de chaque arbre le degré thermométrique qu'il ne peut supporter sans périr. L'époque de l'année, l'humidité du sol ou de l'air, le mode d'invasion, la continuité ou l'intermittence du froid peuvent faire varier ces nombres de plusieurs unités.

» Le tableau suivant résume les divers éléments météorologiques de l'hiver dont nous venons d'esquisser les traits principaux.

Hiver de 1868 au Jardin des Plantes de Montpellier comparé aux seize hivers qui l'ont précédé.

	DÉCEMBRE		JANVIER		FÉVRIER		HIVER	
	1867.	1851 à 1867.	1868.	1852 à 1868.	1868.	1852 à 1868.	1868.	1852 à 1868.
Températures moyennes.......	3°,60	5°,35	2°,85	5°,06	6°,67	6°,17	4°,37	5°,53
Moyennes des minima........	— 1,97	0,52	— 2,69	0,17	— 1,02	0,62	— 1,89	0,44
Minima absolus..............	—10,9	—10,9	—11,9	—16,0	— 6,0	—11,0	—11,9	—16,0
Moyennes des maxima........	9,17	10,19	8,40	9,94	14,36	11,73	10,64	10,62
Maxima absolus..............	17,5	17,5	16,0	18,0	19,5	19,5	19,5	19,5
Oscillation diurne moyenne...	11,09	9,67	12,63	9,77	16,2	11,11	13,31	10,18
Nombre de jours de gelée.....	22	15	18	15	18	14	58	44
Quantités de pluie...........	6mm	57mm	27mm	72mm	0mm	87mm	33mm	210mm

ASTRONOMIE. — *Sur le dernier travail de* M. Foucault; *par* **M. A. d'Abbadie.**

« Quelque admirables que soient les procédés trouvés par M. Foucault pour tailler et polir les grands objectifs, on peut encore se demander si la pratique a confirmé ses brillantes prévisions. Je suis heureux de pouvoir citer une expérience sérieuse, faite sur l'objectif destiné à l'équatorial de Lima, par M. Bruhns, directeur de l'Observatoire de Leipzig; par M. Forster, directeur de celui de Berlin; par M. Radau, qui a beaucoup observé à Königsberg; enfin par M. Colledo, astronome du Pérou, et possesseur de l'objectif de 19 centimètres qui est le dernier travail achevé par notre défunt confrère.

» Pour essayer un objectif sur le ciel, on le dirige sur un astre difficile à bien définir; mais l'état de l'atmosphère jouant le rôle d'inconnu dans cet examen, on est souvent réduit à des souvenirs comparatifs, ou bien l'on est

forcé d'observer les mêmes objets un grand nombre de fois dans des circonstances diverses et à des jours différents. En effet, il arrive rarement qu'on puisse comparer une grande lunette directement avec une autre de même dimension. Heureusement M. Colledo avait acquis un second objectif du même diamètre, de 19 centimètres, et fourni par MM. Merz et Mahler, de Munich : ces constructeurs ont une réputation européenne et n'auraient pas envoyé à Paris un objectif indigne de leur brillant renom comme opticiens. Les deux lunettes furent mises côte à côte et dirigées successivement, au mois d'août dernier, sur les bandes de Jupiter, sur γ d'Andromède et sur une autre étoile double. Les quatre astronomes furent unanimes à reconnaître que l'objectif français l'emportait évidemment sur celui de Munich.

» On sait que les astronomes observateurs seraient plus nombreux sans la cherté des instruments qui leur sont nécessaires. La considération du prix, quoique vulgaire plutôt que scientifique, n'est donc point à dédaigner. Or la précision des procédés de M. Foucault l'affranchissant des tâtonnements ordinaires, il a pu faire établir le prix de son objectif à un sixième au-dessous de celui de Munich, bien que la main-d'œuvre soit moins chère dans cette dernière ville qu'elle ne l'est aujourd'hui à Paris.

» Je voulais laisser à l'inventeur le plaisir de vous annoncer lui-même son premier triomphe dans la construction des grandes lunettes astronomiques. Mais il n'est plus là pour vous raconter sa découverte; je prie donc l'Académie d'insérer cette communication dans les *Comptes rendus*, comme un hommage déposé sur la tombe de Léon Foucault. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Associé étranger en remplacement de *M. Faraday*.

Au premier tour de scrutin, le nombre de votans étant 51,

M. Murchison obtient.	21	suffrages.
M. Matteucci	9	»
M. Kummer.	7	»
M. Martius	6	»
M. Bunsen.	4	»
M. Agassiz.	1	»
M. Airy.	1	»
M. Tchebychef	1	»

Il y a un billet blanc.

Aucun des candidats n'ayant réuni la majorité absolue des suffrages, il est procédé à un second tour de scrutin. Le nombre des votants étant 50,

M. Murchison obtient.	30	suffrages.
M. Matteucci.	12	»
M. Kummer.	7	»
M. Bunsen	1	»

M. Murchison, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation de l'Empereur.

RAPPORTS.

GÉOMÉTRIE. — *Sur le déplacement d'une figure de forme invariable. Nouvelle Méthode des Normales; applications diverses; par* **M. Mannheim.**

(Commissaires : MM. Bertrand, Bonnet, Chasles rapporteur.)

« On s'est beaucoup occupé, depuis une vingtaine d'années, au point de vue géométrique, du déplacement infiniment petit d'un corps solide dans l'espace. On a fait connaître de nombreuses propriétés concernant soit les trajectoires des différents points du corps pris sur des droites, des plans ou des surfaces, soit les différentes manières de produire le déplacement par des translations et des rotations.

» Mais dans cette question on n'a considéré généralement jusqu'ici que le déplacement en lui-même, abstraction faite des conditions géométriques qui le déterminent, conditions qui peuvent être très-diverses : ce seront, par exemple, que des points du corps glissent sur des lignes ou des surfaces; que des lignes ou des surfaces entraînées par le corps passent par des points, ou touchent des lignes ou des surfaces, etc., etc.

» On ne trouverait que quelques cas bien rares où l'on ait considéré ainsi quelques conditions de déplacement.

» Cette question cependant est fort importante. Le cas du simple déplacement d'une figure plane sur son plan en offre une preuve frappante. En effet, on sait qu'ayant reconnu dans ce déplacement l'existence d'un certain point qui reste fixe, on a conclu de là immédiatement une méthode des tangentes, puis aussi des centres de courbure, d'un grand nombre de courbes qu'on peut regarder comme décrites dans le mouvement d'une figure de forme invariable, déterminé par certaines conditions. On est donc induit à penser que le déplacement d'une figure dans l'espace pourra de même pro-

curer la solution de pareilles questions dans la théorie générale des lignes et des surfaces courbes.

» C'est cette étude du déplacement ou plutôt des déplacements divers d'un corps, compatibles avec des conditions données, que M. Mannheim s'est proposée, après s'être préparé à surmonter les difficultés de ce travail par la solution de très-nombreuses questions se rattachant au déplacement d'une figure plane (1).

» Le Mémoire dont nous avons à rendre compte comprend deux parties. Dans la première, l'auteur traite du déplacement d'un corps soumis à cinq conditions, puis des déplacements divers compatibles avec quatre conditions, ou trois seulement.

» La seconde partie contient l'application des résultats obtenus dans la première à la solution de questions toutes relatives à la théorie des lignes et des surfaces courbes.

» Il convient de rappeler d'abord quelques propriétés fort simples du déplacement infiniment petit d'une figure dans l'espace, sur lesquelles reposent les considérations qui vont suivre.

» Dans le déplacement infiniment petit d'un corps, les *plans normaux aux trajectoires des points d'un plan* passent tous par un même point du plan. Ce point, qu'on a nommé le *foyer* du plan, se distingue de tous les autres en ce que sa trajectoire est normale au plan. Réciproquement : Tous les plans menés par un même point ont leurs foyers dans le plan normal à la trajectoire du point.

» Il existe dans un plan une certaine droite dont tous les points ont leurs trajectoires dans le plan même; cette droite a été appelée la *caractéristique* du plan, parce qu'elle est l'intersection de deux positions consécutives du plan. Cette droite est tangente à la trajectoire d'un de ses points.

» Les plans menés par une droite quelconque du corps ont leurs foyers sur une autre droite; et réciproquement, les plans menés par celle-ci ont leurs foyers sur la première. Ces deux droites ont été nommées *droites conjuguées*. Le déplacement du corps peut être produit par deux rotations simultanées ou successives autour des deux droites.

» Ces couples de droites jouissent de nombreuses propriétés qui sont d'une très-grande importance dans toute cette théorie du déplacement d'un

---

(1) *Journal de l'École Polytechnique*, XXXVII[e] cahier, p. 179. — *Journal de Mathématiques*, 2[e] série, t. IV, p. 93. — *Annali di Matematica*, t. II, p. 208. — *Nouvelles Annales de Mathématiques*, t. XVI, p. 322. — *Traité de Cinématique* de Bour, p. 46-60.

corps dans l'espace. Nous énoncerons simplement celle-ci : Les droites sur lesquelles se mesurent les plus courtes distances des couples de droites conjuguées s'appuient toutes sur une même droite à laquelle elles sont perpendiculaires. Cette droite, unique dans le corps, n'a de déplacement que dans sa propre direction, c'est-à-dire qu'elle glisse sur elle-même; de sorte que le corps tourne autour de la droite. C'est ainsi que tout déplacement infiniment petit d'un corps libre dans l'espace est le même que le mouvement d'une vis dans son écrou. La droite a été nommée *axe de rotation* ou *axe du déplacement*.

» On voit immédiatement que les trajectoires de tous les points d'une droite parallèle à cet axe sont égales et parallèles, et que la droite *conjuguée* est à l'infini.

» Ajoutons que la conjuguée d'une droite menée par le foyer d'un plan est située dans le plan, et que, si la droite est perpendiculaire au plan, sa conjuguée est la caractéristique du plan.

» Toute droite qui s'appuie sur deux droites conjuguées D, Δ, est elle-même sa conjuguée. Car les plans normaux aux trajectoires des deux points de la droite situés sur D et Δ passent par la droite. Il s'ensuit que toute droite qui s'appuie sur deux droites conjuguées D, Δ, est normale aux trajectoires de tous ses points.

» On peut dire encore que, lorsqu'une normale à la trajectoire d'un point rencontre une droite D, elle rencontre aussi la conjuguée Δ.

» On conclut de là que: Les deux droites qui s'appuient sur quatre normales aux trajectoires de quatre points sont toujours deux droites conjuguées.

» C'est ce théorème surtout qui conduit à la Méthode des Normales qui fait l'objet principal du Mémoire de M. Mannheim.

» Lorsqu'un plan, dans ses deux positions consécutives, passe successivement par deux génératrices consécutives d'une surface réglée, sa caractéristique passe par le point où il touche la surface.

» Indépendamment du *foyer* et de la *caractéristique* d'un plan, qui sont le point et la droite particulièrement remarquables dans le déplacement du plan, M. Mannheim considère une autre droite qu'il appelle l'*adjointe* au plan; c'est la droite parallèle à l'axe du déplacement, menée par le *foyer* du plan. Il fait voir que, lorsque deux plans sont perpendiculaires, l'adjointe de l'un est située dans le plan perpendiculaire à l'autre, mené par la caractéristique de celui-ci.

» La plupart de ces propositions étaient déjà connues et faisaient suite à

l'étude du déplacement d'une figure plane sur son plan, et du centre instantané de rotation. M. Mannheim aborde directement la question de l'espace, sans supposer connue l'existence de ce point.

» Passons à l'objet principal de son Mémoire.

» Il traite d'abord du nombre des conditions nécessaires pour déterminer le déplacement d'un corps dans l'espace.

» Six conditions assurent l'immobilité du corps.

» Par exemple, qu'on prenne une droite du corps; quatre éléments ou conditions déterminent la position de cette droite; une cinquième condition exprimera que la droite ne peut glisser sur elle-même, et une sixième, que le corps ne peut tourner autour de la droite.

» Effectivement, en Mécanique, les conditions d'équilibre d'un système de forces s'expriment par six équations.

» D'après cela, cinq conditions déterminent un déplacement du corps.

» Dans le déplacement, chaque point du corps prend une direction unique, et décrit une ligne déterminée.

» Quatre conditions permettent d'effectuer le déplacement d'une infinité de manières : chaque point, en général, peut se déplacer dans une infinité de directions sur une surface déterminée. Mais pour certains points exceptionnels, la direction du déplacement est unique.

» Trois conditions permettent de donner, en général, à un point de la figure un déplacement arbitraire. Mais certains points font exception et ne peuvent se déplacer que sur des surfaces. M. Mannheim montre l'existence de ces points, par la considération des conditions *complémentatres*. Il appelle ainsi les conditions qu'il faut ajouter à des conditions données pour assurer l'immobilité d'une figure.

» Le nombre de ces conditions complémentaires peut n'être pas le même pour tous les points de la figure.

» *Exemple.* — Un angle trièdre trirectangle qui doit être circonscrit à un ellipsoïde se trouve assujetti à trois conditions. Un point quelconque lié invariablement au trièdre nécessite trois conditions complémentaires, tandis que pour le sommet il ne faut que deux conditions pour assurer son immobilité.

» Les diverses conditions du mouvement d'un corps que considère M. Mannheim concernent des points, des courbes ou des surfaces de la figure mobile, et des points, des courbes et des surfaces fixes.

» Ainsi :

» 1° Un point est assujetti à rester sur une surface fixe; ou, inversement, une surface du corps doit glisser sur un point fixe;

» 2° Une courbe est assujettie à toucher une surface fixe; ou, inversement, une surface est assujettie à toucher une courbe fixe;

» 3° Une courbe mobile est assujettie à rencontrer une courbe fixe;

» 4° Une surface est assujettie à toucher une surface fixe.

» Chacune de ces conditions, autre que la première, peut se remplacer par une condition semblable à la première, c'est-à-dire par la condition qu'un point du corps glisse sur une surface.

» De sorte qu'il suffit de traiter des questions dans lesquelles le mouvement de la figure sera déterminé par la condition que des points glissent sur des surfaces.

» Ces questions sont le sujet d'un paragraphe intitulé *Méthode des Normales*. M. Mannheim résout, en premier lieu, les deux problèmes suivants, auxquels se ramènent les questions de déplacement définies par les conditions précédentes :

» PREMIER PROBLÈME. — *Cinq points d'une figure devant se déplacer sur cinq surfaces; trouver:* 1° *le plan normal à la trajectoire d'un point quelconque de la figure;* 2° *la normale en un point de la surface décrite par une courbe;* 3° *la courbe suivant laquelle une surface touche son enveloppe* (c'est-à-dire la courbe suivant laquelle une surface, après le déplacement, coupe sa position primitive); 4° *l'axe du déplacement de la figure*, et 5° *le pas de l'hélice décrite par un point.*

» DEUXIÈME PROBLÈME. — *Quatre points d'une figure étant assujettis à se déplacer sur quatre surfaces; construire :* 1° *la normale à la surface sur laquelle peut se déplacer un point quelconque;* 2° *les points où une surface touche le lieu de ses intersections successives.*

» Les quatre points a, b, c, e de la figure sont assujettis à se déplacer sur quatre surfaces A, B, C, E. On mène en ces points les normales aux surfaces; et les deux droites D, Δ qui s'appuient sur ces quatre normales sont *deux droites conjuguées* dans le déplacement de la figure. Toute droite qui s'appuie sur ces deux, D, Δ, sera normale aux trajectoires de tous ses points; par conséquent si cette droite est menée par un point i de la figure, elle sera la normale à la surface sur laquelle se déplace ce point i.

» De là résulte ce théorème important : *Lorsqu'une figure de forme invariable se déplace en restant assujettie à quatre conditions, à un instant quelconque les normales aux surfaces sur lesquelles peuvent se déplacer les points de cette figure rencontrent deux mêmes droites* D, Δ.

» Les points où une surface mobile touche le lieu de ses intersections

successives sont les pieds des normales à cette surface qui s'appuient sur les deux droites D, Δ.

» Les normales aux surfaces sur lesquelles glissent les points d'une droite G forment un hyperboloïde.

» Cet hyperboloïde est le lieu de toutes les droites conjuguées à la droite G dans tous les déplacements que peut prendre la figure.

» On conclut de là qu'il y a deux déplacements pour lesquels un des points d'une droite G glisse sur la droite elle-même, de sorte que la droite engendre un élément de surface développable.

» Lorsque le déplacement d'une figure n'est assujetti qu'à trois conditions, on peut déplacer un point quelconque de la figure suivant une direction arbitraire, à l'exception des points d'un certain hyperboloïde qui se déplacent nécessairement sur des surfaces déterminées.

» En effet, que les trois conditions soient que trois points a, b, c de la figure se déplacent sur trois surfaces A, B, C; deux génératrices quelconques de l'hyperboloïde déterminé par les trois normales à ces surfaces seront *deux droites conjuguées* D, Δ; car si une droite D s'appuie sur les trois normales, sa conjuguée doit rencontrer aussi les trois normales.

» Que l'on considère maintenant un point i de l'hyperboloïde : la trajectoire de ce point est normale à la droite qui s'appuie sur les deux D, Δ, c'est-à-dire à la génératrice de l'hyperboloïde, du même système que les trois normales A, B, C.

» Le deuxième chapitre du Mémoire renferme les applications auxquelles les propriétés du déplacement d'une figure assujettie à cinq, quatre ou trois conditions, se prêtent dans diverses questions de la théorie des lignes et des surfaces courbes

» L'auteur considère successivement, dans des paragraphes différents, le déplacement d'une droite, le déplacement de deux plans formant un angle dièdre constant, le déplacement d'un angle trièdre, le déplacement d'une surface. Et enfin il termine par quelques questions relatives à la surface héliçoïdale réglée.

» *Déplacement d'une droite. — Applications aux surfaces réglées.* — Les surfaces gauches sont considérées généralement comme le lieu d'une droite qui se meut en satisfaisant à trois conditions, telles que de rencontrer ou de toucher des courbes ou des surfaces directrices.

» M. Mannheim résout diverses questions qui rentrent dans les deux problèmes suivants, et que l'on n'avait point encore traitées :

» 1° Construire la tangente en un point de la courbe de contact de la droite génératrice et d'une surface directrice;

» 2° Construire la normale en un point de la surface décrite par une génératrice assujettie à certaines conditions multiples.

» Une première question, d'où plusieurs autres dérivent, est celle-ci : construire la normale en un point i de la surface engendrée par une droite G dont quatre points a, b, c, e glissent sur quatre surfaces A, B, C, E.

» Il existe une droite Δ qui s'appuie sur les quatre normales aux surfaces en leurs points a, b, c, e. Les deux droites G et Δ forment deux droites conjuguées, dans le mouvement de la droite G; par conséquent le plan $i\Delta$, qui passe par le point i et par la droite Δ, est normal à la trajectoire du point i. Et la normale en i à la surface décrite par la droite G passe par le point où le plan normal à G rencontre Δ.

» M. Mannheim appelle *normalie* la surface lieu des normales d'une surface A menées aux points d'une courbe tracée sur cette surface. Il donne une démonstration fort simple d'un théorème connu qui lui est utile dans plusieurs questions. Ce théorème, démontré par Sturm dans son *Mémoire sur la vision* (1), revient en d'autres termes à celui-ci : Toute normalie qui passe par la normale d'une surface en un point a pour plans tangents aux deux centres de courbure principaux, les plans des sections principales.

» Nous citerons parmi les questions résolues, celle-ci :

» *Une droite* G *est osculatrice en un de ses points* a *à une surface* A, *tandis qu'un autre point* e *de cette droite glisse sur une surface* E; *construire* : 1° *le plan normal à la trajectoire du point* a, *et* 2° *la normale à la surface décrite par* G *en un de ses points* i.

» M. Mannheim termine ce paragraphe en considérant certaines questions pour lesquelles l'intervention des centres de courbure ne suffit plus, et qu exigent la considération d'éléments infiniment petits d'ordre supérieur au second.

» *Déplacement d'un dièdre.* — On résout d'abord ce problème, d'où résulte ensuite la solution de diverses questions particulières :

» *L'arête* G *d'un dièdre de grandeur constante est tangente à deux surfaces* C, E; *et les deux faces du dièdre touchent deux surfaces* A, B; *construire* : 1° *la normale en un point* i *de la surface décrite par la droite* G; *et* 2° *les tangentes aux courbes de contact des faces du dièdre et des surfaces* A, B.

» Au sujet du déplacement d'un angle trièdre trirectangle, M. Mannheim fait remarquer que la droite rectifiante de Lancret est parallèle à l'axe du

(1) *Comptes rendus*, t. XX, p. 1241.

déplacement du trièdre dont les faces sont le plan osculateur d'une courbe gauche, le plan normal et le plan rectifiant.

» *Déplacement d'une surface assujettie à des conditions multiples.* — Les questions résolues dans ce paragraphe peuvent être considérées comme des cas particuliers de la question générale du déplacement d'une figure dont cinq points sont assujettis à se mouvoir sur cinq surfaces. Ces cas particuliers comportent des conditions multiples. Par exemple : qu'une droite doive toucher une surface A toujours au même point a de la droite, ce sera une condition double; qu'une droite doive toujours avoir un contact du second ordre avec une surface, ce sera encore une condition double; qu'un plan touche toujours une surface au même point du plan, condition triple; etc.

» Voici quelques-unes des questions résolues :

» *Une droite* ab *de la figure en mouvement touche toujours en son point* a *une surface, et trois autres points de la figure glissent sur trois surfaces.*

» *Un point décrit une courbe, et trois autres points glissent sur trois surfaces.*

» *Une courbe est toujours osculatrice en un de ses points* a *à une surface, et deux points* b, c *de la figure glissent sur deux autres surfaces.*

» *Deux courbes qui ont un point commun* a *se meuvent de manière qu'elles soient toujours osculatrices à une surface* A, *en leur point* a.

» *Deux droites faisant entre elles un angle de grandeur constante glissent sur une surface, en lui étant toujours osculatrices en leurs points de rencontre.* M. Mannheim détermine la tangente à la courbe décrite par ce point. Il fait remarquer qu'on a ainsi la solution de cette question : *Un point étant donné sur une surface, trouver la direction du point infiniment voisin pour lequel l'indicatrice de la surface sera semblable à l'indicatrice du premier point.*

» Dans tous ces cas M. Mannheim résout les diverses questions qu'il a déjà traitées lorsque les cinq conditions sont distinctes.

» *Conclusions.* — L'étude des déplacements que peut prendre un corps soumis à moins de cinq conditions n'avait point encore fixé l'attention des géomètres; et à cet égard, elle constitue un progrès dans la marche naturelle de la science. Les applications que l'habile professeur a faites de ses résultats à de nombreuses questions concernant la théorie des lignes et des surfaces courbes, dont on ne possédait point encore de solutions, donnent une importance très-marquée à son travail, que nous sommes heureux de signaler avec confiance à l'attention particulière des géomètres, et dont nous avons l'honneur de proposer à l'Académie l'insertion dans le *Recueil des Savants étrangers.* »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉCANIQUE. — *Rapport sur un Mémoire de* **M. E. Rolland**, *relatif aux régulateurs de vitesse dans les machines* (1).

(Commissaires : MM. Morin, Combes, Delaunay rapporteur.)

« L'Académie nous a chargés de lui rendre compte d'un Mémoire de M. Rolland sur les régulateurs de vitesse dans les machines. Dans ce Mémoire, l'auteur se propose : 1° de trouver une solution rigoureuse du problème de l'isochronisme du régulateur de vitesse; 2° d'étudier l'influence du moment d'inertie du système articulé du régulateur sur les oscillations à longues périodes occasionnées par le changement de vitesse de la machine à laquelle le régulateur est adapté.

» Le régulateur à boules de Watt consiste, comme on sait, en deux boules massives fixées aux extrémités de deux tiges qui sont adaptées par articulation et symétriquement aux deux côtés opposés d'un arbre vertical recevant un mouvement de rotation de la machine que cet appareil est destiné à régulariser. Lorsque l'arbre du régulateur tourne avec une vitesse déterminée, les boules se maintiennent à une certaine distance l'une de l'autre, correspondant à un certain angle d'écart des tiges articulées qui les supportent. Si la vitesse angulaire de l'arbre vient à augmenter ou à diminuer, l'angle d'écart des tiges qui supportent les boules augmente ou diminue, et on profite de ce changement de forme de l'appareil pour agir sur certains organes de la machine, de manière à faire disparaître la cause de variation de vitesse qui s'est présentée momentanément, et à ramener la machine à un état de mouvement normal.

» Dans ce régulateur de Watt, à chaque valeur de l'angle d'écart des tiges qui portent les boules, correspond une valeur particulière de la vitesse de rotation de l'arbre. Pour qu'un régulateur puisse être dit *isochrone*, suivant la signification qu'on attribue à cette expression dans le cas qui nous occupe, il faut au contraire que, pour les divers angles d'écart des tiges, l'équilibre ne puisse avoir lieu qu'avec une seule et même vitesse de rotation de l'arbre.

» Si l'on fait abstraction des frottements et résistances de toute sorte que le système articulé d'un régulateur a à vaincre dans les déformations qu'il éprouve, il est clair que la sensibilité de ce régulateur sera d'autant plus grande qu'un même changement dans l'angle d'écart des tiges dépendra

(1) Le Mémoire a été présenté à l'Académie dans sa séance du 20 mai 1867. — Une addition à ce Mémoire a été présentée le 17 février 1868.

d'une plus petite variation de la vitesse angulaire de l'arbre. Dans le cas de l'isochronisme, tel qu'il vient d'être défini, un changement quelconque de l'angle d'écart des tiges correspondant à une variation nulle de la vitesse de l'arbre, on peut dire que la sensibilité de l'appareil est devenue infiniment grande.

» Sans s'arrêter à examiner ce qui convient le mieux dans tel ou tel cas, soit pour les machines industrielles, soit pour les mécanismes de grande précision, d'employer un régulateur isochrone, ou bien de se servir d'un régulateur doué d'une sensibilité grande mais non infinie, on comprend tout de suite que la solution de la question de l'isochronisme du régulateur présente un grand intérêt en elle-même. Elle ne peut manquer d'ailleurs d'être très-utile, même pour l'établissement de régulateurs non isochrones, en mettant sur la voie des dispositions à adopter pour leur donner un certain degré de sensibilité.

» C'est à cette question de l'isochronisme du régulateur à boules qu'est consacrée la première partie du Mémoire de M. Rolland. Après avoir rappelé les solutions imaginées par divers inventeurs pour réaliser l'isochronisme, soit en faisant mouvoir les boules sur des arcs de parabole, soit en appliquant au système articulé des contre-poids ou des ressorts à action variable (1), l'auteur du Mémoire aborde la solution du même problème en partant de l'équation qui, dans l'état d'équilibre du système articulé, lie la vitesse angulaire de l'arbre à l'angle d'écart des tiges portant les boules. Il indique d'abord, sans s'y arrêter, un moyen de solution fondé sur l'emploi d'un engrenage interposé entre deux parties du système articulé du régulateur, moyen qui n'est autre que celui que M. Girard avait fait connaître peu de temps auparavant (2). Puis il imagine de substituer à chaque tige droite terminée par une boule, une double tige formée de deux branches perpendiculaires entre elles, et terminées chacune par une boule. Cette pièce est articulée par le sommet de l'angle droit que forment ses deux branches en un point de l'arbre situé à une certaine distance de son axe. L'arbre porte d'ailleurs deux pièces pareilles à celle qui vient d'être indiquée, et opposées l'une à l'autre par rapport à l'axe de rotation; ou bien un nombre plus grand de ces pièces réparties régulièrement autour de cet axe de rotation, afin de ne pas altérer la symétrie. Le régulateur ainsi obtenu

(1) Régulateur parabolique de Frank, régulateur à contre-poids variable de Charbonnier, régulateur à bras croisés et à contre-poids variable de Farcot, régulateur à contre-poids et à ressorts de Foucault.

(2) *Comptes rendus de l'Académie*, t. LXIV, p. 900.

est désigné par M. Rolland sous le nom de *régulateur à boules conjuguées*.

» Il est juste de dire qu'une disposition analogue avait déjà été décrite dans un brevet pris par MM. Gand et Guilloteaux à la date du 15 mars 1866, mais nullement dans le but d'obtenir l'isochronisme du régulateur.

» Partant de là, à l'aide de diverses combinaisons de tiges articulées, et en chargeant de contre-poids à action constante des douilles mobiles le long de l'arbre et liées par articulation aux tiges des boules conjuguées, M. Rolland arrive à toute une famille de régulateurs réalisant rigoureusement les conditions de l'isochronisme. Nous n'entrerons pas dans le détail des dispositions diverses décrites dans son Mémoire; nous nous contenterons d'en signaler une (*fig.* 3) par laquelle l'isochronisme est obtenu sans qu'il ait été apporté à la disposition primitive du régulateur de Watt d'autre complication que celle qui résulte de la substitution d'une double tige armée de deux boules à la tige simple terminée par une boule unique.

» Dans la seconde partie de son Mémoire, M. Rolland étudie analytiquement le mouvement que prend le système articulé d'un régulateur isochrone, lorsque l'équilibre de forme de ce système est rompu par suite d'une variation de la vitesse de rotation de l'arbre. Dans cette étude, il s'attache à montrer l'influence que le moment d'inertie du mécanisme, considéré dans sa rotation autour du centre d'articulation des boules, peut avoir sur les oscillations à longues périodes auxquelles la rupture de l'équilibre donne lieu, et il fait voir que, pour se mettre à l'abri de ces oscillations nuisibles, on doit disposer le régulateur de manière à diminuer autant que possible le moment d'inertie dont il s'agit.

» En résumé, le Mémoire de M. Rolland renferme une excellente étude de la question des régulateurs isochrones, et fait connaître plusieurs solutions nouvelles, à la fois nettes et simples, de cette intéressante question. Nous proposons à l'Académie d'ordonner l'insertion de ce Mémoire dans le *Recueil des Savants étrangers*. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les paramètres différentiels simples ou simultanés des fonctions; par* **M. P. Morin**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Bertrand, Serret, Bonnet.)

« Dans un Mémoire que j'ai eu l'honneur de présenter comme Thèse à la Faculté des Sciences de Paris, dans le courant de l'année dernière, je

m'étais proposé l'étude de certaines expressions différentielles, qu'on peut nommer *paramètres* ou *invariants différentiels* des fonctions.

» Ces expressions sont définies de la manière suivante : Étant données toutes les dérivées partielles jusqu'à l'ordre q inclusivement d'une fonction V de n variables $x_1, x_2, \ldots, x_n$, j'appelle paramètre différentiel d'ordre q de la fonction V toute fonction F composée de ces dérivées suivant une telle loi que, si l'on change les variables en d'autres $x'_1, x'_2, \ldots, x'_n$ qui leur soient liées par des relations linéaires et orthogonales, F conserve à la fois même forme et même valeur. Les fonctions

$$\left(\frac{dV}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dV}{dy}\right)^2 + \left(\frac{dV}{dz}\right)^2, \quad \frac{d^2V}{dx^2} + \frac{d^2V}{dy^2} + \frac{d^2V}{dz^2}$$

sont depuis longtemps connues comme jouissant de cette propriété. Le rôle continuel qu'elles jouent dans la Géométrie, dans la Mécanique, dans les diverses branches de la Physique mathématique, et surtout l'importance qu'elles ont acquise par les travaux de M. Lamé, m'avaient engagé à chercher si leur caractère fondamental leur était propre, ce qui m'avait conduit au problème que je viens d'énoncer et auquel j'ai consacré le premier chapitre du Mémoire cité.

» La solution dépend d'un système de $\frac{n(n-1)}{2}$ équations linéaires aux différences partielles, répondant chacune à l'une des combinaisons 2 à 2 des n premiers nombres, et auxquelles on doit satisfaire simultanément par la fonction F. En indiquant par $p_{(h,k,m)}$ une dérivée de V prise h fois par rapport à x_r, k fois par rapport à x_s, et, par rapport aux autres variables, un nombre total de fois représenté par m, entendant en outre par $\sum\limits_{h,k}$ une sommation faite pour toutes les valeurs de h et de k dont la somme ne surpasse pas m, l'une quelconque de ces équations est

$$(1) \qquad o = \sum_{m=1}^{m=q} \sum_{h,k} \left[h p_{(h-1,k+1,m)} - k p_{(h+1,k-1,m)}\right] \frac{dF}{dp_{(h,k,m)}},$$

dont la forme montre que le paramètre différentiel le plus général F est une fonction arbitraire d'un certain nombre de solutions particulières qu'on peut appeler *paramètres fondamentaux*, et à la formation desquels tout se réduit. Ce nombre est celui des variables p qui doivent entrer dans F, diminué du nombre de celles des équations (1) qui ne rentrent pas dans les autres. En outre, les solutions particulières qui peuvent composer un système de paramètres fondamentaux doivent être distinctes. Cette recherche

se compose donc de quatre parties différentes : 1° réduire les équations (1) à leur moindre nombre, quand cela est nécessaire; 2° intégrer l'une d'elles; 3° composer autant d'expressions résultant uniquement de ces intégrales et de leurs semblables qu'il doit exister de paramètres fondamentaux; 4° s'assurer que ces expressions sont distinctes. Ce dernier point, dès qu'on examine un cas tant soit peu compliqué, est peut-être celui qui réclame le plus de soins par la longueur des calculs où l'on pourrait être engagé.

» Je prends la liberté de mettre rapidement sous les yeux de l'Académie les résultats que m'avait primitivement fournis cette méthode, afin de pouvoir ensuite soumettre à son jugement ceux plus étendus qui font l'objet de mon nouveau travail :

» 1° Le seul paramètre fondamental du premier ordre est

$$\left(\frac{dV}{dx_1}\right)^2 + \left(\frac{dV}{dx_2}\right)^2 + \cdots + \left(\frac{dV}{dx_n}\right)^2.$$

» 2° Les paramètres fondamentaux du second ordre ne renfermant pas de dérivées premières sont au nombre de n, savoir : le déterminant

$$D = \begin{vmatrix} \frac{d^2V}{dx_1^2} & \frac{d^2V}{dx_1\,dx_2} & \cdots & \frac{d^2V}{dx_1\,dx_n} \\ \frac{d^2V}{dx_2\,dx_1} & \frac{d^2V}{dx_2^2} & \cdots & \frac{d^2V}{dx_2\,dx_n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \frac{d^2V}{dx_n\,dx_1} & \frac{d^2V}{dx_n\,dx_2} & \cdots & \frac{d^2V}{dx_n^2} \end{vmatrix}$$

et toutes les sommes de ses déterminants mineurs principaux d'un même ordre.

» 3° Ceux qui doivent renfermer en même temps les deux ordres de dérivées, également au nombre de n, sont le déterminant

$$\mathfrak{D} = \begin{vmatrix} 0 & \frac{dV}{dx_1} & \frac{dV}{dx_2} & \cdots & \frac{dV}{dx_n} \\ \frac{dV}{dx_1} & \frac{d^2V}{dx_1^2} & \frac{d^2V}{dx_1\,dx_2} & \cdots & \frac{d^2V}{dx_1\,dx_n} \\ \frac{dV}{dx_2} & \frac{d^2V}{dx_2\,dx_1} & \frac{d^2V}{dx_2^2} & \cdots & \frac{d^2V}{dx_2\,dx_n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \frac{dV}{dx_n} & \frac{d^2V}{dx_n\,dx_1} & \frac{d^2V}{dx_n\,dx_2} & \cdots & \frac{d^2V}{dx_n^2} \end{vmatrix}$$

et toutes les sommes de ceux de ses déterminants principaux du même ordre

qu'on peut former en conservant toujours la première ligne et la première colonne.

» Je passerai sous silence ce qui est relatif aux paramètres du troisième ordre. Bien que j'en aie construit un très-grand nombre, j'ai dû renoncer à la discussion nécessaire pour distinguer ceux qui peuvent former un système fondamental, et d'ailleurs leurs formes très-compliquées ne semblent pas les destiner à de fréquents usages.

» J'ai ensuite établi deux propriétés importantes des paramètres. La première consiste en ce que le changement le plus général des variables, qui habituellement complique beaucoup les expressions différentielles ordinaires, comporte ici des réductions considérables, de telle sorte que les résultats de toutes ces transformations peuvent se déduire, suivant des lois toutes semblables à 2° et 3°, de deux déterminants, l'un dépendant des dérivées de V et dont il suffit de calculer l'élément général, l'autre dépendant uniquement des formules de transformation par des paramètres différentiels du premier ordre (*). D'après la seconde propriété, les paramètres différentiels sont les éléments essentiels de toute discussion, soit d'une fonction, soit d'une équation, quand on se borne toutefois à la considération des accroissements infiniment petits du second ordre (il serait facile d'étendre ce résultat aux ordres supérieurs). Enfin j'ai présenté, dans un dernier chapitre, une application d'un autre genre relative à la théorie de la chaleur.

» J'arrive aux questions que je me suis proposées dans mon nouveau travail. Au lieu d'employer, à la formation de F, les dérivées d'une seule fonction V, je suppose qu'on considère celles des k fonctions $V^{(1)}, V^{(2)}, \ldots, V^{(k)}$, et qu'on admette même, dans F, les variables indépendantes, cas qu'on peut ramener au précédent en adjoignant au système des fonctions V la suivante $v = \frac{1}{2}(x_1^2 + x_2^2 + \ldots + x_n^2)$, qui ne contribuera toutefois à la formation de F que par ses dérivées premières; alors

» 4° Les paramètres simultanés fondamentaux du premier ordre sont les $\frac{k(k+1)}{2}$ fonctions qu'on obtient en donnant à i et j toutes les valeurs, depuis 1 jusqu'à k, dans la forme

$$\frac{dV^{(i)}}{dx_1}\frac{dV^{(j)}}{dx_1} + \frac{dV^{(i)}}{dx_2}\frac{dV^{(j)}}{dx_2} + \ldots + \frac{dV^{(i)}}{dx_n}\frac{dV^{(j)}}{dx_n}.$$

(*) Certains de ces résultats avaient été établis auparavant par MM. Hesse, Lamé, Brioschi.

» 5° Ceux qui ne doivent contenir que les dérivées du second ordre sont : les fonctions indiquées ci-dessus (2°) écrites en affectant V de l'indice supérieur 1, puis toutes celles qui s'en déduisent par le procédé suivant. Ayant pris tous les determinants mineurs principaux d'un même ordre r, remplaçons-y, dans une seule ligne prise à tous les rangs possibles, l'indice supérieur 1 de V par l'indice 2 et ajoutons-les ; remplaçons de même les indices de deux lignes prises à toutes les places et ajoutons encore; faisons de même pour 3, pour 4,..., pour les r lignes, nous aurons r des paramètres demandés. Faisons varier r de 1 à n; employons les indices 3, 4,..., k comme nous venons d'employer l'indice 2, nous aurons formé un ensemble de $\frac{kn(n+1)}{2} - \frac{n(n-1)}{2}$ fonctions qui seront les paramètres fondamentaux cherchés. Il y a, dans cette solution, ceci de remarquable que les seuls paramètres nécessaires pour former ceux du système des k fonctions sont ceux que fourniraient les $k-1$ systèmes isolés composés de la première et de chacune des autres. J'indique du reste un procédé régulier pour former des paramètres contenant à la fois autant de fonctions V qu'on le veut.

» 6° Les paramètres qui doivent contenir ensemble les dérivées des deux premiers ordres se composent du groupe précédent joint aux kn fonctions obtenues en appliquant séparément à chaque fonction V les n solutions données 3°.

» Dans tout ceci, k est au plus égal à n, par la nature même du problème. Cela n'a plus lieu dans la suite.

» 7° Ces conséquences s'étendent au cas où les variables entrant dans les diverses fonctions V seraient différentes, à condition qu'elles soient soumises aux mêmes formules de transformation. Si les systèmes de variables sont partagés en groupes ayant chacun ses formules de transformation, les paramètres simultanés se séparent en groupes correspondants formés comme si les fonctions soumises aux mêmes transformations existaient seules.

» 8° Je termine enfin par l'énoncé de la loi générale de composition de tous les paramètres simples ou simultanés du second ordre, loi qui contient celles qui précèdent et quelques autres cas tels que celui où, certaines des fonctions V entrant par les dérivées des deux premiers ordres, d'autres n'entreraient que par les dérivées d'un seul de ces ordres.

» J'espère pouvoir employer mes premiers instants de loisir à rechercher les formes que prennent ces paramètres simultanés par le changement des

variables, et à examiner en détail le rôle qu'elles jouent sans doute dans la discussion des valeurs simultanées des fonctions et dans celle des équations simultanées. »

PHYSIQUE. — *Sur la relation qui existe entre la cohésion d'un corps composé et les cohésions de ses éléments; par* **M. J. Moutier.**

(Commissaires : MM. Regnault, Fizeau, H. Sainte-Claire Deville.)

« M. Hirn a fait connaître une relation générale qui comprend les lois de Mariotte et de Gay-Lussac comme cas particulier; il a montré (*) qu'en divisant par la température absolue le produit de volume intératomique par la somme des pressions interne et externe, on obtient un nombre constant pour un même corps, quel que soit d'ailleurs l'état physique du corps. De sorte qu'en appelant P la pression externe, R la pression interne ou la cohésion (**), V le volume du corps, ψ le volume invariable occupé par les atomes et T la température absolue, on a

$$\frac{(R+P)(V-\psi)}{T} = \text{const.}$$

» J'ai essayé d'établir (***), indépendamment de toute hypothèse sur la nature des phénomènes thermiques, que cette constante est égale à la moitié du produit que l'on obtient en multipliant l'équivalent mécanique de la chaleur E par la quantité de chaleur nécessaire pour échauffer le corps d'un degré, abstraction faite de tout travail externe et interne; en appelant M le poids du corps, K sa chaleur spécifique absolue, indépendante de l'état physique, la relation précédente peut alors s'écrire

$$\frac{(R+P)(V-\psi)}{T} = \frac{1}{2}\text{MKE} \quad \text{ou} \quad \text{MK} = 2\,\frac{(R+P)(V-\psi)}{\text{TE}}.$$

» Cette quantité MK représente la quantité de chaleur nécessaire pour échauffer le corps d'un degré, abstraction faite de tout travail interne et externe, ou, si l'on veut, la quantité de chaleur nécessaire pour élever d'un degré la température des atomes.

» En associant à cette relation la loi des chaleurs spécifiques absolues relative aux corps composés, on obtient une relation entre la cohésion d'un

(*) G.-A. Hirn, *Exposition analytique et expérimentale*, 1865, p. 106.

(**) G.-A. Hirn, *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XI, p. 90.

(***) *Comptes rendus*, t. LXIV, p. 653.

corps composé et les cohésions de ses éléments pris à la même température.

» Supposons, en effet, que deux corps A et A', considérés tous deux à la pression P et à la température T, se combinent pour former un corps C que nous supposerons ramené aux mêmes conditions de température et de pression. Appelons R, R' les cohésions des deux corps A et A', V, V' leurs volumes, ψ, ψ' les volumes invariables occupés par les atomes, ρ la cohésion du corps composé C, W son volume; le volume atomique du composé est d'ailleurs $\psi + \psi'$.

» Les quantités de chaleur nécessaires pour élever d'un degré la température des atomes sont respectivement, pour ces trois corps,

$$2\frac{(R+P)(V-\psi)}{TE},\quad 2\frac{(R'+P)(V'-\psi')}{TE}\quad \text{et}\quad 2\frac{(\rho+P)(W-\psi-\psi')}{TE}.$$

Or, pour échauffer les atomes engagés dans la combinaison C, il faut employer la même quantité de chaleur que s'ils étaient libres (1); la dernière quantité de chaleur est donc égale à la somme des deux premières, et, après réduction, on a la relation générale

$$(1)\qquad (\rho+P)(W-\psi-\psi') = (R+P)(V-\psi) + (R'+P)(V'-\psi').$$

» Après réduction évidente, cette relation générale peut s'écrire

$$(\rho+P)W - \rho(\psi+\psi') = (R+P)V - R\psi + (R'+P)V' - R'\psi'.$$

Lorsqu'il s'agit de gaz, les cohésions ou pressions internes sont faibles par rapport à la pression externe, les volumes atomiques sont également très-petits par rapport aux volumes apparents, et les produits $R\psi$, $R'\psi'$, $\rho(\psi+\psi')$ sont ordinairement négligeables; on a alors avec une approximation suffisante

$$(2)\qquad \rho = R\frac{V}{W} + R'\frac{V'}{W} + \left(\frac{V+V'}{W} - 1\right)P.$$

» Lorsque l'on connaît les volumes de deux gaz qui se combinent, ainsi que le volume du composé à l'état de gaz ou de vapeur, on obtient, au moyen de cette relation, la cohésion du composé en fonction des cohésions des éléments et de la pression externe.

» Cette relation donne lieu à quelques remarques :

---

(1) G.-A. Hirn, *Exposition analytique et expérimentale*, 1865.

» 1° Lorsque deux gaz se combinent à volumes égaux sans condensation, $V = V' = \frac{1}{2} W$,

$$\rho = \frac{1}{2}(R + R').$$

» La cohésion du composé est égale à la moyenne arithmétique des cohésions des éléments; elle est indépendante de la pression externe.

» Ainsi, la cohésion du bioxyde d'azote est égale à la demi-somme des cohésions de l'azote et de l'oxygène. Ces deux gaz permanents ont des cohésions très-faibles; la cohésion du bioxyde d'azote doit être très-faible également, et ce gaz est permanent.

» De même, la cohésion de l'acide chlorhydrique est la moyenne arithmétique des cohésions du chlore et de l'hydrogène. Le chlore, qui est un gaz facilement liquéfiable, a une cohésion de beaucoup supérieure à celle de l'hydrogène; sous le rapport de la cohésion, l'acide chlorhydrique est intermédiaire entre le chore et l'hydrogène; aussi l'acide chlorhydrique se liquéfie plus difficilement que le chlore.

» 2° Lorsque la combinaison de deux gaz est accompagnée d'une condensation, la cohésion du composé dépend de la pression externe, et comme le volume $V + V'$ est alors supérieur à V'', la cohésion dans ce cas est beaucoup plus grande que dans le cas précédent.

» Aussi les combinaisons gazeuses formées avec condensation des éléments sont plus facilement liquéfiables que les combinaisons formées sans condensation des éléments. C'est ainsi que le protoxyde d'azote, dans lequel la condensation est égale à un tiers, a pu être liquéfié, tandis que le bioxyde d'azote, formé sans condensation des éléments, a résisté jusqu'à présent.

» 3° Lorsque deux combinaisons C et C_1 correspondant au même volume W sont formées des mêmes éléments A et A', et ne diffèrent que par les volumes V et V_1 de l'un des éléments A, le volume du second élément A' étant supposé invariable, les cohésions ρ et ρ_1 des deux composés ont entre elles une différence donnée par la relation (2) :

$$\rho_1 - \rho = (R + P)\frac{V_1 - V}{W}.$$

» Dans ce cas, la cohésion croît proportionnellement au nombre de volumes de l'élément A ajoutés à la combinaison, et proportionnellement à la cohésion de l'élément A augmentée de la pression externe.

» Ainsi, l'acide carbonique et l'oxyde de carbone, sous le même volume,

dans les mêmes conditions de température et de pression, contiennent la même quantité de carbone : l'acide carbonique renferme plus d'oxygène que l'oxyde de carbone. La cohésion de l'acide carbonique est donc supérieure à celle de l'oxyde de carbone, et l'acide carbonique est le seul de ces deux gaz qui ait pu être liquéfié jusqu'à présent.

» Le gaz oléfiant et le gaz des marais offrent un autre exemple.

» 4° Si l'on substitue dans une combinaison C à un élément A un autre élément A_1, qui corresponde au même volume que A, sans que le volume W de la combinaison soit modifié, l'élément A' étant d'ailleurs supposé invariable, on obtient une nouvelle combinaison C_1, dont la cohésion ρ_1 a une valeur différente de ρ.

» En appelant R_1 la cohésion de l'élément A_1, on a, d'après la formule (2),

$$\rho_1 - \rho = (R_1 - R)\frac{V}{W}.$$

» Ainsi, la différence des cohésions dans les deux composés C_1 et C est proportionnelle à la différence des cohésions dans les deux éléments A_1 et A.

» De sorte qu'en substituant le chlore à l'hydrogène, le brome au chlore, l'iode au brome, la cohésion augmente, et les composés, dérivés par substitution, sont de moins en moins volatils. »

ÉLECTRICITÉ. — *Note sur une application d'un principe énoncé par Ampère, qui peut fournir un régulateur de la lumière électrique fonctionnant sans mécanisme; par* **M. É. Fernet.**

(Commissaires : MM. Becquerel, Pouillet, Regnault, Dumas, Balard.)

« La condition nécessaire pour que l'arc voltaïque conserve une intensité lumineuse suffisamment constante, lorsque la source d'électricité est constante elle-même, est que la distance des charbons entre lesquels cet arc se produit reste invariable, malgré la combustion qu'ils éprouvent et malgré les phénomènes de transport dus au passage du courant. Dans les divers appareils régulateurs qui ont été imaginés pour cet objet, depuis celui que Léon Foucault a présenté à l'Académie au mois de janvier 1849, on est parvenu à réaliser approximativement cette condition au moyen de mécanismes variés, commandés par des électro-aimants dans lesquels passe le courant lui-même : lorsque le courant vient à s'affaiblir par l'usure des charbons, il y a diminution du magnétisme développé dans les pièces de fer

doux, mouvement des armures qui sont sollicitées par des ressorts, et les rouages du mécanisme entrent en jeu pour rapprocher les charbons l'un de l'autre; ce mouvement s'arrête dès que la distance des charbons a repris sa valeur, et ainsi de suite. Ces régulateurs fonctionnent avec une perfection d'autant plus grande que ces alternatives de mouvement et de repos se succèdent pour de plus petites variations d'intensité.

» Le principe du procédé que je soumets au jugement de l'Académie est tout différent de celui qui précède. On sait, depuis Ampère, que deux portions consécutives d'un même courant, lorsqu'elles sont situées dans le prolongement l'une de l'autre, se repoussent. Les deux charbons entre lesquels jaillit l'arc électrique constituent deux conducteurs traversés par le même courant; ils doivent donc exercer l'un sur l'autre une répulsion, qui tend à augmenter leur distance. De là résulte que, si les charbons étaient entièrement libres de se mouvoir, la force répulsive qui les sollicite aurait pour effet d'augmenter d'abord la longueur de l'arc, et ensuite de le rompre. J'ai cherché à réaliser des conditions telles, que cette mobilité des charbons étant obtenue il se développât, par l'accroissement même de leur distance, une autre force capable de neutraliser la force répulsive et d'amener le système à un état d'équilibre stable; l'invariabilité de la distance serait ainsi assurée d'une manière absolue.

» Cependant il est nécessaire de remarquer que la force répulsive est certainement très-faible, même quand les charbons sont en contact : c'est ce que montrent suffisamment les diverses expériences d'Électro-dynamique. En outre, alors même que le courant conserverait toujours son intensité, à mesure que la distance s'accroît, la force répulsive diminuerait très-vite. Enfin, si l'on songe que l'écartement des charbons a pour conséquence d'introduire dans le circuit une résistance considérable, d'amoindrir l'intensité du courant, et par suite de diminuer encore la force répulsive, on en conclut que c'est parmi les forces les plus faibles qu'il faudra aller chercher celle qui doit être introduite dans le système, pour y produire l'équilibre; on est amené, enfin, à donner au système lui-même une mobilité telle, que les mouvements ne donnent naissance à aucun frottement appréciable.

» Telles sont les considérations qui m'ont conduit à disposer l'expérience de la manière suivante, pour constater si la force répulsive peut, en réalité, amener un écart capable de produire l'effet voulu. L'un des charbons est placé à l'extrémité d'une tige métallique, suspendue comme le levier mobile de la balance de Coulomb et disposée de manière à recevoir le cou-

rant : on installe l'autre charbon en regard, dans une direction tangentielle à l'arc de cercle que décrit l'extrémité de la tige quand elle vient à tourner autour de son point de suspension.

» Les choses étant ainsi disposées, et les deux charbons étant placés en prolongement l'un de l'autre, on tord d'abord la partie supérieure du fil qui supporte la tige à laquelle est fixé l'un d'eux, de manière à les appuyer légèrement l'un sur l'autre. Dès que le circuit est fermé, on voit le charbon mobile s'écarter de l'autre, et comme la force de torsion qui tend à l'arrêter augmente avec l'angle d'écart, on obtient bientôt une position d'équilibre. Cet équilibre est stable, puisque tout accroissement de distance des charbons diminue la force répulsive et augmente la force de torsion; tandis qu'un rapprochement diminue la force de torsion et augmente la force répulsive. L'usure continue des charbons fait passer le charbon mobile, *d'une manière continue*, par une série de positions d'équilibre : les extrémités des charbons entre lesquelles jaillit l'arc conservent entre elles une distance sensiblement constante.

» J'ai répété l'expérience à diverses reprises au laboratoire de l'École Polytechnique, avec la pile de 50 éléments de Bunsen qui est montée pour produire la lumière destinée aux expériences de cours. Je l'ai répétée au laboratoire de la Sorbonne, avec la machine magnéto-électrique puissante que M. Jamin a bien voulu mettre à ma disposition. Ces expériences ont présenté une continuité aussi satisfaisante que possible dans la lumière produite, pendant toute la durée que j'ai pu leur donner. J'espère faire bientôt connaître à l'Académie les résultats obtenus dans des conditions plus particulièrement adaptées au but spécial qu'il s'agit d'atteindre.

» Je compte également utiliser cette disposition pour examiner diverses questions qui se rattachent à la théorie de l'arc voltaïque, et dans l'étude desquelles elle semble présenter des avantages particuliers. Telle est, par exemple, la mesure de la force répulsive elle-même, qu'il me paraît possible de déterminer avec une certaine exactitude, en adoptant la suspension *bifilaire* employée pour un autre objet par M. Gauss et par M. Wilhelm Weber. Sans insister d'ailleurs sur des points dont j'ai seulement commencé l'étude, je ferai remarquer, en terminant, que l'équilibre peut à volonté être réalisé à diverses distances, par une simple modification de la torsion du fil : l'appareil se prête également aux variations d'intensité du courant et aux diverses conditions que l'on peut introduire dans la production du phénomène, pour en étudier les lois. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une nouvelle forme de pile voltaïque et un nouveau régulateur de la lumière électrique.* Note de **M. F. Carré**, présentée par M. Balard.

(Commissaires : MM. Becquerel, Pouillet, Regnault, Dumas, Balard.)

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie quelques travaux sur l'électricité, ayant pour objet de rendre sa production et certaines de ses applications plus faciles. Ayant eu à subir les inconvénients trop connus de la pile à acide azotique, j'ai considéré comme une œuvre qui pourrait avoir une utilité réelle de lui substituer une pile sans émanations, à effet constant et prolongé, et d'une intensité suffisante pourtant pour produire de la lumière. La transformation de cette pile, dont le principe a été acquis à la science par les expériences de M. Becquerel, et qui a reçu son application dans la pile dite *de Daniel,* m'a fourni la solution de ce problème; l'élément qui fonctionne sous les yeux de l'Académie est extrait d'une pile qui produit actuellement de la lumière au laboratoire de physique nouvellement construit à la Sorbonne, et dans lequel j'ai l'honneur d'être admis.

» La force électromotrice de l'élément à sulfate de cuivre étant faible, je me suis appliqué à diminuer le plus possible sa résistance intérieure, afin de conserver des dimensions praticables; voici l'exposé des moyens qui m'ont conduit à ce résultat. Dans un vase de $0^m,12$ de diamètre et $0^m,60$ de hauteur est un zinc haut de $0^m,55$, porté sur un croisillon et isolé par lui de la boue métallique qui tombe au fond, et qui produirait l'incrustation en venant toucher le diaphragme. Ce diaphragme est formé d'un papier préparé à l'acide sulfurique, dit *papier parchemin,* et, à défaut, d'un papier imprégné d'albumine surcoagulée à 230 degrés, température qui le rend complétement inattaquable par les liquides de la pile. Ce papier est collé avec de la gomme laque sur lui-même et sur un godet en matière non conductrice qui lui sert de pied et repose sur le croisillon précité. A l'intérieur du diaphragme se place une carcasse cylindrique de même hauteur, formée de baguettes de bois espacées de 3 à 4 millimètres, assemblées sur un fond de même matière et sur un cercle de cuivre qui les réunit au sommet et reçoit le fil polaire extérieur; un fil de cuivre de 7 à 8 dixièmes de millimètre est tendu alternativement entre le cercle polaire collecteur denté pour le recevoir et les saillies du fond; il entoure la carcasse d'une espèce de réseau présentant un développement considérable et sur lequel le dépôt de cuivre s'opère normalement dans toutes ses parties. A l'intérieur de la carcasse

et sur toute la hauteur du diaphragme se placent les cristaux de sel de cuivre qui forment une colonne divisée que le liquide intérieur baigne sur une large surface, ce qui donne une solution toujours saturée sur toute la hauteur du diaphragme, quelque grande qu'elle soit, et assure le maximum d'effet utile. On comprend que la carcasse et son cercle collecteur servent indéfiniment; lorsque le fil du réseau est surchargé de cuivre, trois minutes suffisent pour le remplacer. Le papier tout posé est d'un prix minime; il est protégé contre les déchirures par un accessoire simple qui facilite en même temps la manœuvre du chargement, et dont je crois devoir supprimer la description pour ne pas abuser de l'attention de l'Académie.

» Le meilleur liquide extérieur est une solution de sulfate de zinc à 18 degrés; acidulée au cinq centième, elle fournit un dégagement d'électricité sensiblement constant jusqu'à ce qu'elle atteigne 40 degrés : il suffit alors, pour maintenir la constance, d'en remplacer une partie par de l'eau. En mêlant cette solution avec un dixième de son volume de solution saturée de sel ammoniac, on obtient un courant électrique plus intense, sans éprouver les inconvénients que pourrait apporter la présence d'autres sels.

» Ainsi constitué, cet élément peut fonctionner avec la même intensité jusqu'à usure complète du zinc, c'est-à-dire pendant deux cents heures, censécutivement ou avec intermittences. Sous les dimensions indiquées, il dégage plus d'électricité qu'un élément Bunsen de dimensions moyennes, il dépose facilement 9 à 10 grammes de cuivre par heure dans un voltamètre à sulfate de cuivre par la dissolution d'une quantité sensiblement équivalente de zinc. Le poids moyen de ce zinc dissous par élément et par heure dans deux expériences de lumière prolongées a été entre 9 et 10 grammes.

» La tension de cette pile ainsi construite est moindre que celle de la pile à acide azotique : j'ai dû dès lors me préoccuper de construire un régulateur de lumière plus sensible que ses devanciers, et qui est placé sous les yeux de l'Académie. C'est la première ébauche du système qui m'a donné le résultat désiré. Il est assez sensible pour fonctionner sans extinction avec 18 à 20 éléments Bunsen et 25 de ceux que je viens de décrire. Le principal organe de sa sensibilité et de sa puissance est un nouveau genre d'armature de l'électro-aimant. Entre les deux pôles de celui-ci pivote une traverse de fer doux munie à ses deux extrémités de deux segments elliptiques développés sur deux arcs de 90 degrés. L'attraction s'exerçant sur ces segments produit une résultante exempte des effets fâcheux de la loi d'attraction inverse du carré des distances, de telle sorte qu'il est

facile de déterminer à l'avance, par l'inclinaison donnée à la courbe elliptique, le diagramme dynamique à obtenir pour un besoin donné sur les 90 degrés de rotation de l'armature. Il résulte de là une puissance motrice considérable qui est employée directement, et au moyen d'un mécanisme qu'il serait trop long et inutile de décrire ici, à rapprocher ou à écarter les charbons. Cette armature symétrique et équilibrée permet d'obtenir, en outre, des régulateurs qui fonctionnent indépendamment des chocs et secousses, et qu'il devient facile d'installer à bord des navires et sur les locomotives.

» L'arc voltaïque produit presque constamment un bruit strident extrêmement désagréable, qui est l'un des principaux obstacles à l'éclairage des grandes réunions par la lumière électrique. J'ai pensé qu'en y introduisant des substances plus volatiles que le charbon il deviendrait plus conducteur et cesserait d'être bruyant; et, en effet, en imprégnant les charbons de divers sels par une ébullition prolongée dans leurs solutions concentrées, ils donnent un arc complétement muet : moyennant ces charbons et un globe stannique, la conférence hebdomadaire du laboratoire des recherches physiques de la Sorbonne a pu être éclairée *a giorno* par une lumière aussi placide et aussi inoffensive que celle qui eût été produite par quelques centaines de bougies, moins une énorme quantité de chaleur et de résidus méphytiques de combustion. Un grand nombre de sels donnent ce résultat, et particulièrement ceux de potasse et de soude.

» J'ai ensuite modifié la couleur de l'arc en introduisant dans les charbons, toujours par voie de dissolutions salines, des substances qui ont la propriété de colorer les flammes; ainsi l'azotate de strontiane a donné un reflet pourpre et les sels de cuivre un reflet vert.

» En introduisant dans des charbons artificiels les bases des mêmes sels, j'obtiens à peu près les mêmes résultats; les poudres métalliques, sans diminuer en rien la conductibilité des charbons, donnent à la lumière les reflets variés de leurs flammes.

» Enfin l'acide borique a, comme il était rationnel de le présumer, la propriété d'augmenter considérablement la durée des charbons, en les entourant d'un vernis protecteur qui empêche leur combustion par l'oxygène de l'air; ils se comportent alors à peu près comme dans le vide.

» M. Jamin, me prêtant le précieux concours de sa grande expérience, a bien voulu me promettre de déterminer prochainement avec moi la force électromotrice et la résistance de l'élément transformé, de faire la comparaison de la puissance lumineuse d'une pile d'un nombre donné de mes

éléments, avec un même nombre d'éléments Bunsen, et d'évaluer l'intensité photogénique de l'arc modifié. Nous aurons l'honneur de communiquer à l'Académie le résultat de ces études. »

« M. Edm. Becquerel, à propos de la présentation par M. Balard de la pile à sulfate de cuivre construite par M. Carré, fait les observations suivantes relatives à l'historique et à l'emploi de la pile à courants constants :

» Je crois devoir rappeler à l'Académie que le principe des piles à deux liquides a été imaginé par M. Becquerel, qui fit connaître la pile à sulfate de cuivre dans la séance du 23 février 1829 (1); j'ajouterai également que les piles qui furent employées de préférence par M. Pouillet en 1837 (2), dans ses recherches sur les lois du développement des courants électriques, étaient des piles fondées sur ce principe.

» Depuis trente-neuf ans, la pile à sulfate de cuivre a été bien fréquemment modifiée quant à sa forme : à la cloison perméable et plane en baudruche on a substitué une vessie cylindrique comme M. Daniell l'a fait en 1836 (3), puis de la toile, du bois, du carton, du papier, du sable, du kaolin, de la terre poreuse, comme l'ont fait d'autres expérimentateurs ; on a même supprimé tout à fait la cloison, et il y a des couples de ce genre qui fonctionnent avec les liquides superposés par ordre de densités. On a donné à ces couples toutes sortes de dimensions et de formes, mais ce sont toujours les mêmes éléments qui les composent, savoir : zinc et cuivre pour les deux métaux, et sulfate de cuivre comme substance dépolarisant l'électrode négative ; ils ont donc même force électromotrice, et la nature des diaphragmes, de même que leurs dimensions, ne changent que les conditions de conductibilité électrique. Comme les actions électro-chimiques ont lieu en proportions définies, il faut toujours pour la même quantité d'électricité produite, c'est-à-dire pour le même travail extérieur, user dans chaque couple la même quantité de zinc et réduire la même quantité de sulfate de cuivre ; il n'y a

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. XLI, p. 20, 23, 25, etc. ; 1829.

(2) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. IV, p. 267.

(3) Becquerel et Edm. Becquerel, *Résumé de l'Histoire de l'Électricité et du Magnétisme*, p. 204 ; 1858. — Becquerel, *Traité d'Électro-Chimie*, p. 109 ; 1864.

Je ferai remarquer encore, à cette occasion, que les diverses piles à sulfate de cuivre portent à tort le nom de *piles de Daniell*. Le couple composé des deux métaux, zinc et cuivre, et des deux liquides dissolutions de zinc et de cuivre, avait été décrit par M. Becquerel sept ans avant cette époque, et la dénomination ci-dessus doit s'appliquer seulement à la forme particulière que M. Daniell avait donnée à cette pile et qui n'est plus généralement en usage.

de différence entre ces divers couples, que dans le temps que met à se produire un effet donné; on n'a pas égard ici, bien entendu, à la différence qui existe entre la consommation théorique et la consommation réelle, celle-ci dépassant toujours plus ou moins la première, selon la pureté et l'état du zinc, le mélange des liquides, etc.

» En ce qui concerne la production de la lumière par voie électrique, si l'on prend pour terme de comparaison la lumière produite par une pile à acide azotique de 40 éléments, pour avoir une tension électrique aussi grande avec une pile à sulfate de cuivre, eu égard à la force électromotrice de ces couples, il en faudrait employer 68, et, toutes choses égales d'ailleurs, comme la consommation de chaque couple d'une pile est toujours semblable pour une égale intensité de courant, pour avoir la même quantité de lumière avec les deux piles, il faudrait consommer plus de zinc dans la pile à sulfate de cuivre que dans la pile à acide azotique, et cela dans le rapport du nombre des éléments, c'est-à-dire de 68 à 40 ou de 1,7 à 1. On doit comprendre, d'après cela, que, pour la lumière produite, il est toujours plus avantageux de se servir de couples à grandes forces électromotrices que de couples à faibles forces, car la consommation des piles formées avec les premiers est plus faible.

» Mais, d'un autre côté, il a été reconnu que, pour une même quantité de lumière, la dépense en zinc et en acides, dans une pile, était plus forte que la dépense du charbon dans une machine à vapeur qui fait fonctionner un appareil magnéto-électrique (1). Les conditions d'une production économique de lumière ne me paraissent donc pas devoir se rencontrer dans cette application de la pile à sulfate de cuivre. Néanmoins, pour les recherches scientifiques et les applications spéciales, telles que la télégraphie, etc., la pile à sulfate de cuivre présente les meilleures conditions, et les couples usités en France, avec niveau supérieur alimentant la dissolution de sulfate de cuivre, ont une forme qui est très-usuelle. »

« M. **Balard** répond à M. E. Becquerel que la Note de M. Carré présentée à l'Académie ne renferme rien qui ne soit conforme aux principes que vient de développer son savant confrère, bien plus autorisé que lui-même à avoir un avis sur ces sortes de matières; mais il craint qu'en se

---

(1) L. Reynaud, *Mémoire sur le balisage et l'éclairage des côtes de France.* — Edm. Becquerel, *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, 2e série : t. IV, p. 529, et F. Le Roux, t. XIV, p. 762.

préoccupant trop exclusivement du prix de l'électricité produite par divers moyens, il ne fasse pas intervenir dans une proportion suffisante la valeur première de l'instrument qui la procure. Il est en effet bien connu de tout le monde que le prix du charbon que l'on emploie pour mettre en mouvement une machine magnéto-électrique est beaucoup moindre que celui du zinc que l'on dissoudrait pour produire un courant égal à celui qu'elle développe en consommant ce charbon. Lors donc qu'il est question de produire beaucoup d'électricité et d'une manière quotidienne, et pendant une longue durée, comme cela a lieu pour l'éclairage des phares, c'est à la machine électro-magnétique, quel que soit son prix d'achat, qu'on aura recours. Mais en sera-t-il de même quand on voudra utiliser l'électricité dans les laboratoires et les cabinets de physique? Évidemment non, puisque le prix de l'appareil et de la machine destinée à le mettre en mouvement absorberait, pour un nombre considérable d'années, la somme si limitée inscrite au budget des chaires de chimie et de physique des établissements scientifiques. Dans ces cas, où l'on n'a besoin d'électricité que d'une manière intermittente et pendant un temps très-court, il faut, négligeant la valeur plus élevée des matières employées pour produire le courant, faire intervenir des appareils d'un prix abordable, c'est-à-dire des piles.

» Celle qu'on emploie à cet usage est généralement la pile à acide nitrique. A quantité d'électricité égale, elle use moins de zinc sans doute que la pile à sulfate de cuivre (quand elle fonctionne normalement), mais ne faut-il pas tenir compte aussi de la valeur de l'acide nitrique qui y est employé? Chacun sait que cet acide n'est pas consommé intégralement, et que lorsqu'il est passé de la densité de 36 degrés Baumé à celle de 28 degrés du même aréomètre, il cesse de pouvoir fonctionner d'une manière utile, et qu'il reste presque sans valeur. Dans la pile à sulfate de cuivre, au contraire, la substance qui absorbe l'hydrogène fonctionne jusqu'à complète destruction; l'acide du sulfate de cuivre décomposé sert à dissoudre le zinc d'une manière régulière, et le cuivre déposé, pouvant régénérer de la manière la plus aisée du sulfate de cuivre, quand on l'expose à l'air après l'avoir mouillé d'acide sulfurique, fait qu'en définitive c'est l'oxygène de cet air qui d'une manière indirecte sert à dépolariser l'électricité négative. Si l'on ajoute, d'ailleurs, que la pile à acide nitrique n'est pas à courant constant, puisque l'acide se dilue, tandis que la pile à sulfate de cuivre fonctionne jusqu'à dissolution complète du zinc avec une constance absolue, sa supériorité, qu'admet M. Becquerel, restera incontestable pour tous.

» Cette pile cependant avait un défaut : sa résistance plus grande au courant n'avait pas permis jusqu'ici de dissoudre, avec des éléments d'une dimension limitée et facilement maniables, assez de zinc dans un temps donné, pour produire de la lumière électrique, et cela quelque variées que fussent les formes qu'on lui avait données jusqu'ici. Or celle à laquelle M. Carré s'est arrêté permet de produire l'arc et la lumière électrique, et le nouveau régulateur donne la possibilité d'en développer avec peu de dépense (1 franc par heure) une quantité qui dépasse toujours ce qu'on peut en employer d'une manière utile pour les projections dans les amphithéâtres.

» Si l'on ajoute à ces avantages celui de fonctionner sans émissions de vapeurs nuisibles, et en évitant le maniement d'acides corrosifs, on concevra le désir d'en faire usage qu'ont manifesté plusieurs professeurs qui l'ont vue fonctionnant dans le laboratoire de Recherches de Physique de la Faculté des Sciences. M. Jamin s'en sert déjà avec avantage dans son Cours d'Optique à la Sorbonne, et M. Balard ne doute pas qu'elle ne se substitue bientôt avec celles qui ont été employées jusqu'ici, jusqu'à ce que le progrès de la science en fasse connaître une autre préférable. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Le lait devant les tribunaux; par* **M. Bonjean.**

(Commissaires : MM. Boussingault, Bussy, Peligot.)

« *Conclusions.* — 1° L'emploi du galactomètre ou de tout autre instrument analogue ne permet pas de reconnaître *d'une manière certaine* si l'on a ajouté de l'eau au lait.

» 2° Cet instrument doit être au contraire une source d'erreurs, en ce qu'il peut indiquer, dans du lait pur de tout mélange, une addition d'eau qui n'existe pas, et que, d'autres fois, il peut faciliter la fraude en accusant comme bon du lait réellement mélangé d'eau.

» 3° C'est ainsi que le lait chaud ou récemment trait, et le lait non écrémé, étant les meilleurs, l'instrument, parce qu'ils sont plus légers, les trouvera en défaut, tandis qu'il accordera un laisser-passer au même lait trait la veille, écrémé et additionné d'eau, parce qu'il sera plus dense. »

« **M. Boussingault** dit à cette occasion que le lait prélevé chez les marchands, par ordre de M. le Préfet de police, dans le but d'en constater la qualité, est toujours soumis à une analyse complète par les délégués de l'Administration. »

ANALYSE. — *Problème de la trisection de l'arc.* — *Propriétés de l'équation* $x^3 - 3x + K = 0$. — *Nouvelle méthode de résolution de l'équation du troisième degré, au moyen des tables de logarithmes; par* M. VÉRIOT. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« L'auteur rappelle que, dans son premier Mémoire, il a démontré que toute équation du troisième degré $x^3 + Px^2 + Qx + R = 0$ peut être transformée en une autre de la forme

$$y^3 + py^2 + \frac{p^2}{3}y + \frac{p^3}{27} - \frac{p^3}{27} + r = 0,$$

qui a ses quatre premiers termes en cube parfait d'un binôme $y + \frac{p}{3}$, et que, par conséquent, on peut résoudre, ainsi qu'on résout l'équation du deuxième degré, en complétant le carré, indiqué et commencé par ses deux premiers termes.

» Pour cela, il suffit de remplacer, dans la proposée, x par $\frac{1}{y} + h$, et de profiter de l'indétermination de h, pour que le coefficient de la première puissance de y soit le troisième terme d'un cube parfait, dont les termes en y^3 et y^2 seraient les deux premiers. Cette condition donne lieu à une équation en h, du deuxième degré seulement, et peut, par conséquent, être satisfaite. On complète le cube par addition et soustraction d'un terme indépendant de y, et l'équation est ramenée à la forme

$$\left(y + \frac{p}{3}\right)^3 - \frac{p^3}{27} + r = 0, \quad \text{d'où} \quad y = -\frac{p}{3} + \sqrt[3]{\frac{p^3}{27} - r}.$$

» Dans son deuxième Mémoire, l'auteur démontre que toute équation du quatrième degré, dont on a fait disparaître le deuxième terme, celui en x^3, a pour équation aux sommes de ses racines, prises deux à deux, une équation du sixième degré, n'ayant que des puissances paires. Cette dernière équation peut donc être abaissée au troisième, et, par suite, résolue.

» Dans son troisième Mémoire, M. Vériot donne plusieurs solutions géométriques du problème de la trisection de l'arc : *Dans une circonférence, dont le rayon est supposé égal à l'unité, étant donnée une corde* K, *répondant à un arc* 6α, *trouver la corde qui sous-tend le tiers* 2α *de cet arc.*

» Il fait voir que, quels que soient les procédés employés pour résoudre ce problème, on arrive à une équation qui n'est jamais inférieure au troisième degré, et qui est

(A) $$x^3 - 3x + K = 0.$$

» Il observe que l'algèbre devait donner trois solutions; car, dans les deux segments de circonférence, sous-tendus par la corde K, on peut inscrire à la suite les unes des autres trois cordes *différentes* entre elles, et rien que ces trois cordes différentes, satisfaisant à l'énoncé du problème : une dans le plus petit segment, et deux dans le plus grand. La plus grande de ces deux dernières, portée trois fois consécutivement, fait des angles aigus avec elle-même, et, par conséquent, forme une ligne brisée qui se coupe une fois. Cette plus grande corde correspond à la racine négative de l'équation (A), tandis que les deux autres, formant des angles obtus, en sont les racines positives.

» Par le choix de ses procédés pour la mise en équation du problème, l'auteur déduit des conséquences qu'il met en notes à la fin de son Mémoire.

» Discutant l'équation trouvée de la trisection de l'arc

$$(A) \qquad x^3 - 3x + K = 0,$$

l'auteur démontre que si la racine x, correspondant à la corde contenue trois fois dans le petit segment de K, sous-tend l'arc 2α, la seconde racine positive x' de l'autre segment correspond à l'arc $120° - 2\alpha$, et la troisième racine $-x''$ à l'arc $120° + 2\alpha$.

» La plus grande de ces trois cordes, de $120° + 2\alpha$, est égale à la somme des deux autres, puisque le coefficient de x^2 est nul dans l'équation (A); d'où il suit que : Si d'un point de la circonférence, on mène trois cordes aux sommets d'un triangle équilatéral inscrit, la plus grande de ces trois cordes est égale à la somme des deux autres.

» Cette propriété trouve ses analogies, si, au lieu du triangle, on considère un polygone régulier quelconque.

» On déduit de cette propriété la relation suivante :

$$\sin(60° + \alpha) = \sin\alpha + \sin(60° + \alpha).$$

» M. Vériot examine ensuite quelques particularités de l'équation

$$(A) \qquad x^3 - 3x + K = 0 :$$

» 1° Quand l'arc 2α est un diviseur exact de la circonférence, les racines x, x' et x'' sont les côtés des polygones réguliers, convexes et étoilés d'un même nombre de côtés, indiqué par le quotient de $\frac{2\pi}{2\alpha}$.

» 2° Le coefficient 3 de x est égal à

$$x^2 + xx' + x'^2 = 3,$$

en remplaçant la racine x'' par son équivalent $x + x'$.

» Et si l'on considère la relation

$$x^2 + xy + y^2 = 3$$

comme l'équation d'une courbe, on obtient une ellipse dont les demi-axes sont $\sqrt{6}$ et $\sqrt{2}$, les foyers étant distants de 2 du centre.

» 3° En disposant l'équation (A) de cette manière :

$$x^3 - 4x + x + 2x^2 - 2x^2 + 2 - 2 + K = 0,$$

on trouve

$$(1 - x)\sqrt{2 + x} = \sqrt{2 - K}.$$

» 4° De $x^2 + xy + y^2 = 3$, on déduit

$$x = -\frac{y}{2} \pm \frac{\sqrt{3}}{2}\sqrt{4 - y^2},$$

qui donne l'une des racines de (A) en fonction de l'une quelconque des deux autres. Ou bien, si $y =$ corde $2\alpha = 2\sin\alpha$,

$$x = -\sin\alpha \pm \sqrt{3}\sqrt{1 - \sin^2\alpha} = -\sin\alpha \pm \sqrt{3}\cos\alpha.$$

» 5° L'équation (A) donne aussi bien les cordes des arcs triples que les cordes des arcs tierces; seulement K est l'inconnue.

» 6° L'équation (A) peut donner les cordes des arcs de trois en trois fois plus petits. Par exemple, en éliminant x ou y entre

$$x^3 - 3x + y = 0 \quad \text{et} \quad y^3 - 3y + K = 0,$$

on aura la corde du neuvième de l'arc sous-tendu par K.

» 7° L'équation (A) combinée avec l'équation de la division de l'arc en deux parties égales, peut donner la corde du sixième d'un arc sous-tendu par K

$$x^3 - 3x + \sqrt{\frac{2 + K}{2}} - \sqrt{\frac{2 - K}{2}} = 0.$$

» 8° En faisant $x = \sqrt{y}$ dans (A), on obtient l'équation aux carrés des racines

$$y^3 - 6y^2 + 9y - K^2 = 0.$$

» Et, pour $x = \sqrt[3]{z}$, on trouve

$$z^3 + 3Kz^2 + 3(K^2 - 9)z + K^3 = 5,$$

pour l'équation aux cubes des racines.

» Si $K = \sqrt{3}$ (côté du triangle équilatéral), on a

$$z^3 + 3z^2\sqrt{3} - 18z + 3\sqrt{3} = 0,$$

d'où l'on voit, par le coefficient de z^2, que le cube de la plus grande diagonale de l'ennéagone est égal à la somme des cubes des autres diagonales

$$x''^3 = x^3 + x'^3 + 3\sqrt{3},$$

ce qui donnerait le moyen d'avoir une sphère égale à trois autres.

» 9° L'équation (A), combinée avec le théorème de Ptolémée, peut servir à trouver facilement la corde du cinquième, du septième, du huitième, etc., d'un arc sous-tendu par une corde donnée K. C'est ainsi que l'on trouverait :

$$x^5 - 5x^3 + 5x - K = 0,$$

pour la division d'un arc en cinq parties égales;

$$x^7 - 7x^5 + 14x^3 - 7x + K = 0,$$

pour la division en sept parties;

$$x^8 - 8x^6 + 20x^4 - 16x^2 + K^2 = 0,$$

pour la division en huit parties, etc.

» *Résolution de* (A) $x^3 - 3x + K = 0$. — En remarquant, d'un côté, que $x = \text{corde}\,2\alpha = 2\sin\alpha$, et que, d'un autre côté, $\overline{\sin}^2\alpha + \overline{\cos}^2\alpha = 1$, ou bien $1 = (\sin\alpha + \cos\alpha\sqrt{-1})(\sin\alpha - \cos\alpha\sqrt{-1})$, on a

$$\sin\alpha + \cos\alpha\sqrt{-1} = \frac{1}{\sin\alpha - \cos\alpha\sqrt{-1}},$$

et réciproquement, il s'ensuit que

$$\sin\alpha + \cos\alpha\sqrt{-1} + \frac{1}{\sin\alpha + \cos\alpha\sqrt{-1}} = 2\sin\alpha.$$

» Par conséquent on peut poser

$$x = y + \frac{1}{y}$$

dans (A), et l'équation se trouve immédiatement résolue, car on a

$$y^3 + \frac{1}{y^3} + K = 0, \quad \text{ou bien} \quad y^6 + Ky^3 + 1 = 0,$$

d'où

$$y^3 = -\frac{K}{2} \pm \frac{1}{2}\sqrt{K^2 - 4}.$$

» Pour l'équation $x^3 + 3x + K = 0$, on résoudrait avec la même facilité, en faisant $x = y - \frac{1}{y}$.

» On peut encore résoudre l'équation $x^3 - 3x - K = 0$, laquelle est égale à (A) où x est changé en $-x$, en posant

$$x = \sqrt[3]{\frac{K+m}{2}} + \sqrt[3]{\frac{K-m}{2}}, \quad \text{avec la condition que} \quad \frac{K^2 - m^2}{4} = 1;$$

et de même $x^3 + 3x - K = 0$, en posant

$$x = \sqrt[3]{\frac{K+m}{2}} - \sqrt[3]{\frac{K-m}{2}}, \quad \text{avec la même condition} \quad \frac{K^2 - m^2}{4} = 1.$$

» L'auteur démontre que toute équation $x^3 - 3x + K = 0$ a ses trois racines réelles, lorsque K est compris entre $+2$ et -2, et que, en dehors de ces limites, elle a deux racines imaginaires.

» Quant à l'équation $x^3 + 3x + K = 0$, elle n'a jamais qu'une racine réelle.

» Il fait voir ensuite que toute équation du troisième degré, dont on a fait disparaître le terme du deuxième degré de l'inconnue, peut se ramener à l'une des deux formes

(A) $$z^3 - 3z + K = 0,$$

ou bien

(B) $$z^3 + 3z + K' = 0,$$

en faisant dans la proposée, privée de second terme, $y^3 + Qy + R = 0$, $y = z\sqrt{\frac{Q}{3}}$; il vient

$$z^3 \mp 3z + \frac{3R\sqrt{3}}{Q\sqrt{Q}} = 0,$$

suivant que Q est négatif ou positif.

» D'après cela, si le terme $3z$ est précédé du signe $-$, et si le terme $\frac{3R\sqrt{3}}{Q\sqrt{Q}} = K$ est compris entre $+2$ et -2, l'équation a ses racines réelles. Dans tous les autres cas, elle a deux racines imaginaires. Et comme, dans le cas des trois racines réelles, K est plus petit que 2, on peut le considérer comme corde d'une circonférence dont le diamètre est égal à 2, ainsi qu'on le suppose pour les Tables de logarithmes.

» K étant supposé égal à la corde de l'arc 6α, ou à $2\sin 3\alpha$, les racines

seront

$$2\sin\alpha,\quad 2\sin(60-\alpha)\quad \text{et}\quad -2\sin(60+\alpha).$$

De là un moyen très-simple de trouver ces racines au moyen des Tables de logarithmes, et avec l'approximation qu'elles comportent. »

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel donne lecture d'un article du testament de *M. Serres*, adressé par M. Lavocat, article qui contient un legs de *soixante mille francs* fait à l'Académie des Sciences pour instituer un prix triennal sur l'Embryologie générale.

Cette pièce sera transmise à la Commission administrative pour être l'objet d'une proposition à l'Académie.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Trois beaux volumes in-4°, contenant la partie géologique des observations effectuées par les naturalistes faisant partie de l'expédition de la frégate *Novara* dans son voyage autour du monde : ces volumes contiennent en particulier des observations sur la géologie de la Nouvelle-Zélande ;

2° Un volume ayant pour titre : « Extraits des Mémoires de Réaumur sur les Insectes » ;

3° Un volume intitulé : « le Monde des bois », par *M. Hœfer ;*

4° Deux brochures ayant pour titres : « l'Art de planter », par *M. de Manteuffel*, et « l'Art des jardins », par M. *Ernouf*.

M. Haton de la Goupillière prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place vacante dans la Section de Mécanique, par suite du décès de *M. Poncelet*.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les carbures pyrogénés; par* **M. Berthelot**.

« Les carbures pyrogénés sont engendrés par l'action réciproque et directe des carbures plus simples, tels que le gaz oléfiant, l'acétylène, la benzine, etc. J'ai établi ce résultat général par des expériences très-nettes, exécutées sur les carbures libres, pris deux à deux et mis en réaction. J'ai

reconnu, par exemple, que l'acétylène chauffé au rouge sombre se change peu à peu en benzine, par la réunion de trois molécules :

$$3\,C^4H^2 = C^{12}H^6.$$

» La benzine réagit à son tour, soit sur l'acétylène, soit sur le gaz oléfiant, pour donner naissance au styrolène :

$$C^4H^2 + C^{12}H^6 = C^{16}H^8.$$

» Le styrolène s'unit à l'acétylène pour former d'abord l'hydrure de naphtaline, dont l'existence est transitoire :

$$C^4H^2 + C^{16}H^8 = C^{20}H^{10};$$

et consécutivement la naphtaline elle-même, corps beaucoup plus stable :

$$C^{20}H^{10} = C^{20}H^8 + H^2.$$

» La naphtaline agit encore sur l'acétylène et sur l'éthylène libres pour constituer l'acénaphtène, le plus beau peut-être des carbures contenus dans le goudron de houille :

$$C^4H^2 + C^{20}H^8 = C^{24}H^{10}.$$

» Et ainsi de suite indéfiniment. Chacune de ces réactions a été vérifiée individuellement. Toutes ont lieu, je le repète, directement et sur les carbures d'hydrogène libres.

» Mais, s'il en est ainsi, si les actions réciproques et directes des carbures pyrogénés se manifestent avec le même caractère de nécessité que les réactions ordinaires de la chimie minérale, il en résulte que : partout où l'acétylène prend naissance à la température rouge, on doit obtenir la même suite de réactions, et observer la formation méthodique de la série de carbures d'hydrogène que je viens d'énumérer.

» J'ai cru utile de vérifier cette conclusion par des expériences directes, exécutées sur les carbures qui fournissent l'acétylène en vertu des réactions les plus régulières; je veux parler du gaz oléfiant ou éthylène, lequel produit l'acétylène par une simple perte d'hydrogène :

$$\underbrace{C^4H^4}_{\text{Éthylène.}} = \underbrace{C^4H^2}_{\text{Acétylène.}} + H^2,$$

et du formène, ou gaz des marais, lequel produit l'acétylène par une condensation régulière :

$$\underbrace{2\,C^2H^4}_{\text{Formène.}} = \underbrace{C^4H^2 + 3\,H^2}_{\text{Acétylène.}}.$$

» I. J'ai donc fait passer le gaz oléfiant pur et sec à travers un tube de

porcelaine rouge de feu, en évitant d'élever trop haut la température. Si l'on dirige les gaz dans l'acide nitrique fumant, de façon à absorber la vapeur de benzine, il suffit de décomposer quelques litres de gaz oléfiant pour pouvoir manifester la benzine avec pleine évidence. A cet effet, on précipite par l'eau la nitrobenzine, on la récolte en agitant le liquide avec un peu d'éther; on distille dans une petite cornue, pour chasser l'éther; puis on ajoute de la limaille de fer et de l'acide acétique. On distille doucement, on neutralise la liqueur distillée avec un peu de chaux, et l'on peut produire alors avec le chlorure de chaux la magnifique coloration bleue qui caractérise l'aniline. Elle se produit avec une telle intensité, au moyen des produits pyrogénés du gaz oléfiant, qu'il suffirait de détruire une centaine de centimètres cubes de ce gaz, et peut-être moins encore, pour obtenir les réactions de la benzine.

» Cependant, j'ai cru devoir répéter l'expérience sur une plus grande échelle, afin d'isoler en nature la benzine elle-même et, s'il se pouvait, les autres carbures pyrogénés prévus par la théorie. J'ai fait passer les gaz de la réaction à travers un tube en U, refroidi et communiquant avec un petit récipient par une tubulure verticale, placée à la partie médiane et inférieure du tube en U. J'ai condensé ainsi une certaine proportion d'un liquide goudronneux, que j'ai soumis ensuite à des rectifications. J'en ai extrait les corps suivants :

» 1° La benzine liquide et pure, $C^{12}H^{6}$, dont il est facile de vérifier les caractères.

» 2° Le styrolène pur, $C^{16}H^{8}$. J'ai caractérisé ce carbure par son état, son odeur, son point d'ébullition (vers 145°), ses promptes transformations en polymères au contact de l'iode et de l'acide sulfurique, enfin et surtout par la formation de l'iodure cristallisé que le styrolène forme lorsqu'on l'agite avec une solution aqueuse et concentrée d'iodure de potassium ioduré, et que l'on étend presque aussitôt la liqueur. La forme cristalline de cet iodure, étudiée au microscope, et son changement spontané en iode et polystyrolène, dans l'espace de quelques heures, sont extrêmement caractéristiques ; car toutes ces propriétés ne se manifestent qu'avec le styrolène, et même seulement avec le styrolène très-pur. J'ai ainsi caractérisé le styrolène formé aux dépens du gaz oléfiant. Dans cette décomposition, la proportion en est moindre que celle de la benzine.

» La benzine et le styrolène sont les seuls carbures volatils au-dessous de 200 degrés qui prennent naissance en proportion appréciable; ce qui confirme la régularité des relations qui existent entre le corps décomposé et les produits de sa métamorphose.

» 3° Vers 200 degrés et au-dessus distillent divers liquides, qui ne tardent pas à se prendre en une masse cristalline. Je pense que les plus volatils de ces liquides sont formés par l'hydrure de naphtaline, dont ils possèdent l'odeur et le degré de volatilité. Mais je ne connais point jusqu'ici de réaction propre à caractériser de petites quantités de ce carbure : sa formation n'est donc point démontrée. Au contraire, il est facile de reconnaître que les cristaux condensés dans la partie la plus volatile sont constitués par la naphtaline. Ce même carbure se manifeste d'ailleurs avec son aspect et ses formes ordinaires dans l'allonge traversée par le courant gazeux pendant la décomposition. J'y insiste d'autant moins que M. Magnus a déjà observé, il y a bien longtemps, la formation de la naphtaline dans la décomposition du gaz oléfiant.

» II. Je vais maintenant exposer la décomposition par la chaleur rouge du formène ou gaz des marais. Cette décomposition fournit d'abord de l'acétylène, comme je l'ai constaté il y a sept ans, mais en moindre quantité que celle du gaz oléfiant.

» La benzine prend aussi naissance, comme il est facile de s'en assurer, en dirigeant quelques litres de gaz des marais à travers un tube rouge, puis au sein de l'acide nitrique fumant. J'ai ainsi obtenu successivement : la nitrobenzine, l'aniline et la belle coloration bleue qui caractérise cette substance.

» Enfin, la naphtaline se condense dans les allonges, avec ses caractères ordinaires, conformément aux observations que j'ai publiées il y a plusieurs années sur la décomposition du gaz des marais.

» En résumé, la formation de l'acétylène, C^4H^2, qui représente le produit ultime des décompositions pyrogénées, a pour conséquence la formation nécessaire d'une certaine quantité de benzine, $C^{16}H^6$, par condensation polymérique. Mais, la benzine et l'acétylène se trouvant en présence à la température rouge, la formation du styrolène, $C^{16}H^8$, est une nouvelle conséquence de leur action réciproque. La formation de la naphtaline résulte à son tour de l'action réciproque entre l'acétylène et le styrolène, ou, d'une manière plus éloignée, entre la benzine et l'acétylène.

» Cette formation presque universelle de la naphtaline, reconnue par tant d'observateurs, a été aperçue tout d'abord, parce que le carbure est cristallisé et doué de propriétés très-caractéristiques : mais elle était demeurée jusqu'ici sans explication, faute d'avoir reconnu la présence non moins universelle de la benzine, et surtout la présence et les actions directes de l'acétylène, générateur fondamental des carbures pyrogénés. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les cyanures doubles analogues aux ferro et aux ferricyanures.* Note de **M. A. Descamps**, présentée par M. Fremy.

« L'action des cyanures alcalins sur les cyanures métalliques donne lieu, comme on le sait, à deux ordres de phénomènes bien distincts : tantôt on obtient de véritables cyanures doubles, tels sont ceux que forment le zinc, l'argent, avec le cyanure de potassium; tantôt, au contraire, il en résulte des sels alcalins, dont l'acide de nature complexe et organométallique est constitué par le métal intimement uni au cyanogène; les ferrocyanures et les ferricyanures en sont les meilleurs exemples. A ce dernier groupe on peut rattacher les cyanures doubles formés par le platine et par quelques métaux de la classe du fer : le manganèse, le chrome, le cobalt. L'étude de ces composés a déjà été commencée par Gmelin, Rammelsberg, et par M. Balard; mais ces chimistes n'ont examiné que les sels analogues aux ferricyanures. J'ai cru qu'il serait intéressant de compléter cette étude en cherchant à produire les composés analogues aux ferrocyanures. Peut-être même l'étude de ces corps permettra-t-elle de jeter quelque clarté sur la véritable constitution de ces acides si curieux et d'expliquer enfin la différence d'action des cyanures alcalins sur les cyanures métalliques.

» Mes premières recherches se sont portées sur le manganèse, et c'est le résultat de mes expériences que je désire communiquer à l'Académie.

» On obtient le manganocyanure de potassium toutes les fois qu'on met une solution concentrée de cyanure de potassium, chauffée à 40 ou 50 degrés en contact, soit avec du protoxyde de manganèse, du carbonate ou du cyanure de manganèse. Au bout d'une heure environ, la liqueur jaune qui en résulte, filtrée, abandonne par refroidissement des cristaux de manganocyanure de potassium. Ce sel est d'un violet très-foncé, cristallisé en tables carrées comme le ferrocyanure.

» Il s'altère facilement au contact de l'air en absorbant de l'oxygène et se décompose en manganicyanure et en sesquioxyde de manganèse. On le conserve aisément dans les eaux mères au sein desquelles il a cristallisé. Desséché avec soin et renfermé dans des tubes, on peut le garder sans qu'il se décompose.

» Sous l'action de la chaleur et au contact de l'air, il se décompose en sesquioxyde de manganèse et en cyanate de potasse, comme le fait le cyanoferrure.

» Une solution de potasse le décompose en donnant du protoxyde de

manganèse. Des acides, même étendus, le dissolvent avec dégagement d'acide cyanhydrique.

» Le véritable dissolvant de ce sel est le cyanure de potassium : cette solution est jaunâtre; avec les sels de zinc, elle donne un précipité violet, tandis que le manganicyanure donne un précipité rose avec les mêmes sels : ce caractère permet de distinguer leurs solutions. Le manganocyanure de plomb est un précipité jaune, qui m'a permis de préparer l'acide manganocyanhydrique en le décomposant par l'hydrogène sulfuré.

» Le manganocyanure de potassium a pour formule

$$\mathrm{Mn\,Cy^3}\left\{\begin{matrix}\mathrm{K,}\\ \mathrm{K.}\end{matrix}\right.$$

» L'action de l'eau sur ce sel est assez intéressante : il commence par se dissoudre, puis la liqueur se trouble en quelques instants et laisse bientôt déposer un précipité vert; l'eau retient du cyanure de potassium.

» Ce précipité vert, analysé, m'a présenté la composition suivante :

$$\mathrm{Mn^2\,K\,Cy^3} = \mathrm{Mn\,Cy^3}\left\{\begin{matrix}\mathrm{K,}\\ \mathrm{Mn.}\end{matrix}\right.$$

» La décomposition du manganocyanure par l'eau pourrait donc s'exprimer par l'équation suivante :

$$2\,(\mathrm{K^2\,Mn\,Cy^3}) = \mathrm{Mn^2\,K\,Cy^3} + 3\,\mathrm{K\,Cy}.$$

» Ce composé vert s'obtient encore de plusieurs manières : d'abord en versant goutte à goutte un acide dans le manganocyanure; un excès d'acide le redissout. On le forme aussi en traitant un sel de manganèse par le manganocyanure, ce qui permet de le considérer comme un manganocyanure de manganèse et de potassium :

$$\mathrm{Mn\,Cy^3}\left\{\begin{matrix}\mathrm{K,}\\ \mathrm{Mn,}\end{matrix}\right.$$

analogue au ferrocyanure de fer (ferrosum) et de potassium, composé blanc qu'on obtient par l'action de l'acide sulfurique étendu sur le ferrocyanure, ou bien encore en traitant un sel ferreux par le ferrocyanure.

» Je citerai enfin un dernier mode de préparation de ce composé vert, d'autant plus précieux qu'il me permet maintenant de préparer le manganocyanure de potassium sans la moindre difficulté. Il consiste à verser un sel de manganèse en léger excès dans une solution concentrée de cyanure de potassium. Il se forme un précipité vert qu'on peut laver par décantation. Ce sel est très-soluble dans le cyanure de potassium, et si la solu-

tion est suffisamment concentrée, elle abandonne par refroidissement le manganocyanure cristallisé. Ce dernier procédé de préparation du manganocyanure est très-rapide et d'une exécution facile. Il faut avoir soin d'opérer sur des solutions de cyanure alcalin très-concentrées; car ce sel étant fort altérable, la concentration des liqueurs par le feu le décompose en manganicyanure et en sesquioxyde de manganèse.

» Le sel vert dont je viens de parler est insoluble dans l'eau, altérable à l'air humide; mais desséché à 100 degrés, il se conserve très-bien. Il est décomposé par les acides étendus, avec dégagement d'acide cyanhydrique.

» Si l'on fait passer un courant de chlore dans une solution de manganocyanure, on obtient, comme produit principal de la réaction, le manganicyanure de potassium; l'hydrogène sulfuré est sans action sur le manganocyanure et ramène à cet état une solution de manganicyanure.

» Ces travaux ont été exécutés dans le laboratoire de M. Fremy, au Muséum. Qu'il me soit permis, avant de terminer, d'adresser ici mes remercîments sincères à mon professeur, dont la bienveillance et les bons conseils ne m'ont jamais fait défaut depuis mes débuts en chimie.

» *Nota.* — Ce travail était entre les mains de M. Fremy depuis quelque temps. Au moment de le publier, M. Nicklès m'apprend qu'un chimiste américain, M. Eaton, a obtenu des résultats qui s'accordent complétement avec ceux que je viens de faire connaître et que son travail paraîtra dans le prochain *Journal de Pharmacie*, 4[e] série, t. VIII.

» Par un sentiment de justice que tout le monde comprendra, j'ai cru devoir faire connaître cette circonstance à l'Académie (1). »

PHYSIOLOGIE. — *Explorations phosphéniennes de la rétine. Images subjectives de la* macula lutea *et de la* fovea centralis. Note de **M. R. Houdin**, présentée par M. Cloquet. (Extrait.)

« L'expérience que je vais décrire repose sur des impressions phosphéniennes dans lesquelles quelques-unes des régions de la surface de la rétine donnent leurs images. Ces images étant subjectives, je ne cite ici que mes propres observations.

» Le matin, avant le jour, alors que ma rétine, après un long repos, est arrivée à sa plus grande excitabilité, mes yeux étant fermés, je pose la pulpe des deux grands doigts sur la paupière de l'un d'eux, en y exerçant une

(1) *Ueber die cyanverbindungen des mangans;* von J. Eaton und R. Fittig; expériences faites au laboratoire de Göttingen. (*Note du Secrétaire perpétuel.*)

pression légère, uniforme et continue. Cette action est dirigée de façon à converger vers le centre de ma rétine.

» La pression à peine établie, le champ visuel, obscur jusque-là, se marbre de jaune et de bleu de toutes nuances. Des figures diverses, indécises et indéterminées se forment, se déplacent et se modifient, dans des dispositions qui rappellent les fantaisies kaléidoscopiques.

» Dix à quinze secondes se sont à peine écoulées depuis le commencement de la pression, que, sur le champ de la vision confusément éclairé, apparaissent des étincelles et de petites figures lumineuses, agitées de mouvements saccadés et irréguliers. Quinze secondes encore, et ces images pyrotechniques disparaissent. Le champ visuel rentre dans une uniformité semi-lumineuse.

» Tout à coup, et c'est là un magnifique spectacle, un phosphène éclatant, prenant naissance à quelque distance du centre visuel, entoure celui-ci d'une auréole ou disque lumineux, en lui réservant une tache noire de forme irrégulière, mais sensiblement ovoïdale. Une ou deux secondes après cette apparition, le disque quitte son ton phosphénien pour un bleu d'azur du plus vif éclat.

» Ici je cesse la pression, et si je continue de me maintenir dans l'obscurité, je puis me livrer encore à l'observation du phénomène pendant près de quarante secondes.

» La tache noire centrale se régularise insensiblement; elle offre maintenant le contour parfait d'une amande dont le grand axe de figure est horizontal et dont la pointe est invariablement tournée vers l'angle intérieur de l'œil. La périphérie de cette tache est bordée d'une ligne lumineuse. Parfois, lorsque ma rétine est dans de bonnes conditions pour l'expérience, j'aperçois un point brillant au milieu de la tache noire.

» Le contour du disque azuré ne se termine pas brusquement : une bordure irrégulière, floconneuse et brillante le sépare du reste du champ visuel qui est dans l'obscurité; de sorte qu'il semble que l'on voie l'azur du ciel à travers une ouverture pratiquée dans un nuage épais. Je le répète, c'est une superbe image.

» Si je veux obtenir des impressions plus vives et plus déterminées, j'opère sur mes deux yeux à la fois. Mais, dans ce cas, les formes des images sont modifiées par leur superposition. Ainsi, par exemple, la tache noire présente l'image de deux amandes superposées et dont les pointes sont tournées en sens inverse.

» On se demande quelles sont les parties de la rétine qui produisent ces

images subjectives et quelles sont aussi les causes de leur formation. Je vais essayer de répondre à cette double question.

» La première phase de l'expérience pourrait s'expliquer ainsi : La pression exercée sur le globe de l'œil n'est pas assez forte pour déterminer une lueur phosphénienne immédiate telle qu'on la voit, par exemple, sous l'action d'un choc ou d'une vive pression. Mais en raison de la persistance de cette pression sur la rétine et de l'excitation incessante qui en résulte, il se forme, entre la lumière et l'obscurité, une lutte dans laquelle le phosphène prend enfin le dessus; et cette lutte produit les images kaléidoscopiques dont nous avons parlé.

» Les étincelles, les lignes et petites figures lumineuses que l'on voit agitées de mouvements irréguliers et saccadés ne peuvent-elles pas recevoir l'explication suivante? La pression dirigée sur le centre de la rétine y rencontre les parties les plus fines du réseau vasculaire; ces vaisseaux d'une ténuité si délicate sont facilement comprimés, et étranglés même, en certains endroits. Il en résulte des intermittences dans la circulation, par suite desquelles il se fait sur la rétine des frottements et des pressions partielles, sources de petits phosphènes intermittents. De là les images pyrotechniques.

» Dans la seconde phase de l'expérience, la continuité de la pression finit par déterminer au milieu du champ visuel un phosphène sous l'aspect d'un disque lumineux. C'est l'image de la *macula lutea*. Cet organe, en raison de son extrême excitabilité et de sa position centrale, reçoit la plus forte partie de l'impression phosphénienne qui lui donne son vif éclat.

» La tache noire que l'on voit au milieu de la *macula*, c'est la *fovea centralis*. La cause d'absence de lumière à cet endroit est dans la disposition même de cette partie de la rétine. En effet, tandis que le champ visuel reçoit en plein les étreintes de la pression, les organes sensibles de la *fovea* étant abrités dans leur petit trou, sont dégagés, par ce fait, de toute action phosphénienne; ils restent dans l'inertie et par conséquent dans l'obscurité. Et l'on reconnaît là une disposition providentielle : sans cet abri protecteur l'exquise sensibilité de la *fovea* se trouverait incessamment excitée par l'action phosphénienne, qui, par diverses causes inhérentes à la conformation et aux fonctions de l'œil, règne à l'état latent sur tout le champ visuel (1); ce qui pourrait apporter un trouble à ses atomiques appréciations.

---

(1) En quelque instant qu'on ferme les yeux et quelle que soit l'obscurité dont on soit environné, le champ visuel n'est jamais complétement noir.

» En résumé, si par un long repos on procure à la rétine la plus grande excitabilité dont elle soit susceptible et que, dans cet état, on exerce sur elle une pression modérée et continue, on peut voir subjectivement de très-belles images de la *macula lutea*, de la *fovea centralis* et d'un *petit point lumineux* que je cite ici pour mémoire, mais pour lequel je me propose de donner ultérieurement une explication particulière. »

GÉOLOGIE. — *Théorie de la formation de l'asphalte au Val-de-Travers (Suisse)*; *par* **M. CH. KNAB.**

« *Conclusions.* — 1° L'*asphalte* (calcaire imprégné de bitume) est dû à la décomposition, dans une *mer profonde*, de bancs de mollusques, décomposition opérée sous une *forte pression* et à une *haute température ;*

» 2° Le *bitume libre* s'est formé aussi par la décomposition de certains mollusques ou crustacés, dans une mer *peu profonde*, à une *haute température*, mais sous une *pression insuffisante* pour forcer ce bitume à imprégner les coquilles d'huître;

» 3° Le *pétrole* est aussi dû à la décomposition, sous l'eau, de mollusques, décomposition qui a eu lieu à une *température trop faible* pour le transformer en bitume, *mais sous une pression plus ou moins considérable;*

» 4° Les bancs de calcaire blancs, formés aussi par l'accumulation d'huîtres fossiles, et qui ne renferment ni bitume ni pétrole, ont été formées sous de telles conditions, que les produits de la décomposition des matières organiques animales se sont évaporés;

» 5° Enfin, les combustibles seuls, ou bitumes fixes, ont été formés par la *décomposition des plantes*, tandis que tous les précédents ont une *origine animale.* »

M. L. SAUVAGE adresse des remarques concernant les deux dernières communications faites par M. Houzeau à l'Académie. Selon lui, « l'iodure de potassium est toujours décomposé par l'acide sulfurique, même à froid, ce que l'on constate en agitant le mélange d'iodure et d'acide avec de l'éther; l'iode mis en liberté se dissout dans l'éther, qui se colore en jaune. »

M. H.-R. SILVESTER soumet au jugement de l'Académie une brochure,

imprimée en anglais, relative à la mort apparente et aux diverses asphyxies.

Cette brochure sera soumise à l'examen de la Section de Médecine.

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 23 mars 1868, les ouvrages dont les titres suivent :

Météorites du Muséum d'Histoire naturelle au 31 *mars* 1866; *par* M. A. DAUBRÉE.

Observations anatomiques sur quelques mammifères de Madagascar; par MM. Alphonse MILNE EDWARDS *et* Alfred GRANDIDIER. (Extrait des *Annales des Sciences naturelles.*) Paris, 1867; in-4°, avec planches.

Souvenirs d'une exploration scientifique dans le nord de l'Afrique. — I. Monuments symboliques de l'Algérie; par M. J.-R. BOURGUIGNAT. Paris, 1868; in-8°. (Présenté par M. Milne Edwards.)

La vie et les mœurs des insectes. — Extraits des Mémoires de Réaumur; par M. C. DE MONTMAHOU. Paris, 1868; in-12.

Guide pratique de minéralogie appliquée; par M. A.-F. NOGUÈS, 1re partie. Paris; in-8°.

Essai sur les causes qui ont retardé ou favorisé les progrès de la médecine depuis la plus haute antiquité jusqu'à notre époque; par M. J.-B. MÈGE. Tours, 1868; in-8°. (Présenté par M. Cloquet.)

Description de l'appareil d'appel télégraphique de A. DAUSSIN. In-4° autographié.

Le monde des bois; par Ferd. HOEFER. Paris, 1868; grand in-8° illustré.

La vigne dans le Bordelais; par Auguste PETIT-LAFITTE. Paris, 1861; in-8° avec figures.

Causeries scientifiques (7e année); *par* Henri DE PARVILLE. Paris, 1868; in-12. (Présenté par M. Fremy.)

L'Art de planter; par le Baron DE MANTEUFFEL, traduit par STUMPER, et revu par GOUET. 1 vol. in-32 avec figures.

L'Art des Jardins; par le Baron ERNOUF. Paris, 1868; 2 vol. in-32 avec figures.

Le futur Muséum; par François BROC. Paris, 1868; opuscule in-8°.

International... *Exposition universelle de 1862. — Rapports des Jurys sur les sujets des trente-six classes dans lesquelles l'Exposition était divisée.* Londres, 1863; in-8°. (Offert par M. Cloquet.)

Annual... *Rapport annuel du chirurgien général de l'armée des États-Unis*, 1867; br. in-8°.

Reise... *Voyage de la frégate autrichienne* Novara *autour du monde pendant les années* 1857, 1858, 1859 : *Section de la géologie*, t. Ier, 1re et 2e parties; t. II, 1re et 2e parties. Vienne, 1864-1866; 3 vol. in-4°.

Das... *La loi de développement de la nature; par* le Dr RECHT. Munich, 1868; in-8°.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 MARS 1868.

PRÉSIDENCE DE M. DELAUNAY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

« M. **Milne Edwards** offre à l'Académie la première partie du neuvième volume de son ouvrage, intitulé : *Leçons sur la Physiologie et l'Anatomie comparée de l'homme et des animaux*. Dans ce fascicule l'auteur traite des organes de la génération chez les animaux invertébrés. »

« M. le Baron **J. Cloquet**, au nom de M. le Dr Gabriel Pelletan et de sa famille, fait hommage à l'Académie du buste de Philippe-Jean Pelletan, né à Paris le 4 mai 1747 et décédé dans la même ville le 26 septembre 1829. M. P. Pelletan était Membre de l'Académie des Sciences depuis sa création sous la République en 1794. M. J. Cloquet s'acquitte de la mission dont il s'est chargé avec d'autant plus de plaisir, qu'il compte parmi ses premiers maîtres le professeur Pelletan, pour la mémoire duquel il a conservé le plus d'estime, de respect et de reconnaissance. »

COSMOLOGIE. — *Météorite tombée* (en 1859?) *aux îles Philippines; par* **M. Daubrée**.

« Don Casiano de Prado, inspecteur général des mines d'Espagne, dont on a à déplorer la perte recente, a bien voulu, au moment même de sa

mort, nous donner une nouvelle marque de son obligeant empressement à enrichir la Collection du Muséum, en prenant des dispositions pour qu'on nous expédiât un échantillon de météorite qu'il venait de recevoir. M. le professeur Rico y Sinobas s'est empressé de satisfaire à cette volonté.

» Cette météorite, recueillie aux îles Philippines, non loin du village de Mexico, province de Pampanga, et envoyée par le père Llanos, est tombée, dit-on, en 1859.

» Elle appartient au type commun, c'est-à-dire qu'elle est formée d'une masse pierreuse confusément cristalline, consistant principalement en silicates magnésiens, et dans laquelle sont disséminés de petits grains à éclat métallique, les uns gris consistant en fer nickelé, les autres d'un noir foncé, formés de fer chromé. Ces derniers sont très-nombreux.

» Ce qui frappe tout d'abord, quand on examine cette météorite, ce sont de nombreuses veines noires qui se détachent, par leur nuance sombre, sur la couleur grise de la pierre, et qui lui donnent un aspect marbré. Par cette disposition, elle présente une ressemblance frappante, tant dans sa partie pâle que dans sa partie foncée, avec la pierre météorique tombée le 5 août 1812, à Chantonnay (Vendée). En même temps, elle présente la structure globulaire (Chondrites, de Gustave Rose) habituelle aux météorites du type commun, et qui se retrouve aussi dans celle de Chantonnay.

» En examinant une surface polie de la météorite des Philippines, on observe que les grains de fer métallique sont à peu près en même quantité dans la partie foncée et dans la partie claire. Dans certaines régions de la partie foncée, on observe également, comme dans la matière claire, des grains de sulfure de fer; d'autres régions en paraissent dépourvues.

» Il semble, dans quelques parties de la météorite, que la matière noire remplisse des fissures qui atteignent 2 millimètres, et forment entre elles des angles généralement ouverts, dont quelques-uns sont très-voisins de 90 degrés.

» J'ai successivement soumis à l'examen microscopique deux lames minces taillées, l'une dans la partie claire et l'autre dans la partie foncée.

» Dans la partie claire, la matière pierreuse et transparente présente une structure fendillée, comme on l'observe dans beaucoup d'autres météorites du type commun. A part les grains de fer nickelé et de fer chromé, on y distingue, ainsi que dans beaucoup de météorites, de nombreux contours cristallins et hexagonaux, comme ceux que l'on observe dans le péridot et le pyroxène. Une matière ocracée et opaque est disséminée dans la masse transparente qui agit très-énergiquement sur la lumière polarisée.

» La partie foncée présente une structure moins fendillée que la partie claire. La matière noire est opaque; dans certaines parties, elle est traversée, par de petites veines, à peu près parallèles et très-écartées, d'une matière claire qui agit sur la lumière polarisée. D'autres veines pareilles viennent couper les premières. L'aspect de ces veines donne l'idée de fissures remplies. La matière noire empâte des fragments plus ou moins anguleux, dont quelques-uns sont très-actifs sur la lumière polarisée. On y distingue enfin, comme dans la partie claire, des grains de fer nickelé et des grains de fer chromé.

» La densité de la météorite des Philippines, mesurée au laboratoire de Géologie du Muséum par M. Meunier, a été trouvée égale à 3,610. Elle est voisine de la densité de la météorite de Chantonnay, qui, d'après M. Rumler, est égale à 3,67.

» Traitée par l'acide chlorhydrique bouillant, la météorite qui nous occupe laisse 28,5 pour 100 d'un résidu qui jusqu'ici n'a pas été examiné; la dissolution renferme, comme bases, de la magnésie, du protoxyde de fer, un peu d'oxyde de nickel et une très-faible quantité d'alumine.

» L'échantillon n'est pas assez volumineux pour qu'on ait cru devoir en séparer le poids nécessaire à une analyse quantitative. »

COSMOLOGIE. — *Météorite tombée à Murcie, Espagne, le 24 décembre 1858; par* **MM. DAUBRÉE** *et* **ST. MEUNIER.**

« Le Musée des Sciences naturelles de Madrid a fait figurer à l'Exposition universelle de 1867 une magnifique météorite, tombée le 24 décembre 1858, à Murcie.

» Cet échantillon a grossièrement la forme d'un parallélipipède droit à base carrée. Ses trois dimensions sont environ 39 centimètres, 40 centimètres et 27 centimètres.

» La météorite de Murcie ayant une densité égale à 3,546, comme il résulte d'une mesure faite au laboratoire de Géologie, à la température de 17 degrés, le bloc exposé pèse environ 114 kilogrammes. Elle dépasse donc très-notablement, par son poids, celui de la plupart des météorites pierreuses, et peut compter parmi les plus volumineuses que l'on possède dans les collections. Elle est encore supérieure, en poids, à la principale météorite de Juvinas, et n'est pas beaucoup moindre que celle d'Ensisheim.

» La masse est presque entière, c'est-à-dire que, dans presque tous les points de sa surface, on constate l'existence d'une croûte. Cette croûte n'a pas ici l'aspect qu'elle présente ordinairement dans les météorites pier-

reuses. Elle a manifestement subi une altération profonde, depuis l'époque de sa formation. De noire qu'elle était d'abord, ainsi qu'en témoignent quelques vestiges encore intacts, elle est devenue ocracée.

» Malgré cette transformation, son étude offre encore de l'intérêt, par la disposition qu'elle a conservée dans quelques parties. C'est ainsi que sur trois des faces qui sont verticales, quand on place l'échantillon sur une des grandes bases, la croûte offre une disposition, qui montre qu'elle a ruisselé uniformément, de façon à donner à la pierre l'aspect qu'elle aurait eu, à la suite d'une friction énergique.

» Toute la surface de la météorite, notamment les deux grandes bases, ainsi que celle des petites faces qui ne présente pas une croûte lisse, est recouverte de cuvettes et de capsules de différentes grandeurs. Les autres faces présentent aussi des cuvettes de même nature, mais en moindre nombre. Les unes ont moins de 1 centimètre de diamètre, d'autres atteignent 11 centimètres; celles-ci renferment des capsules secondaires. Toutes ces capsules ne sont pas circulaires; on en observe quelques-unes de forme très-allongée et d'autres qui sont plus ou moins anguleuses.

» La cassure de la météorite de Murcie confirme l'idée que cette pierre a, depuis sa chute, subi l'action d'une influence oxydante. Elle est, dans certains points, tout à fait ocracée, tandis que, dans d'autres, elle est noire. Il est donc assez difficile de la comparer à d'autres pierres déjà décrites.

» Les particules ayant l'éclat métallique sont rares, cependant on en voit quelques-unes qui sont très-brillantes et qui consistent en fer nickelé. On reconnaît aussi par place, mais à un état de très-grande dissémination, des grains de couleur jaune de bronze, qui ont les caractères de la troïlite.

» La météorite de Murcie présente une particularité qui ne paraît pas avoir été signalée jusqu'à présent dans les météorites: c'est l'existence de parties cristallines très-petites, mais extrêmement brillantes, de telle sorte qu'on les croirait douées de l'éclat métallique; ces parties, qui rappellent des paillettes, forment aussi de petites veines ou de petites géodes. Un examen attentif a montré que ces paillettes sont hyalines. Essayées au chalumeau, elles ont fondu en un émail grisâtre, et elles ont donné à la fois les réactions de la silice et de l'alumine : peut-être serait-on autorisé à les considérer comme constituées par un feldspath ou un minéral analogue; leur proportion excessivement faible et la difficulté de les séparer de la matière pierreuse où elles sont engagées a empêché de faire suivre cet essai par une analyse.

» La météorite de Murcie est très-dure ; elle fait feu sous le choc du marteau et raye le verre avec la plus grande facilité.

» Un échantillon de cette météorite, réduit en poussière, a été examiné au microscope. La partie principale, qui frappe tout d'abord, est formée d'un minéral bien transparent et de nuance fauve ; de nombreux grains opaques, magnétiques, tuberculés, qui ont les caractères du fer nickelé, y sont disséminés ; on y observe en outre, en très-grande abondance, une substance noire et tout à fait opaque. Les grains hyalins, dont nous avons déjà parlé, apparaissent alors, mais sans qu'il soit possible d'apercevoir des formes cristallines. Ils n'ont paru avoir qu'une action assez faible sur la lumière polarisée. Par leur éclat et leur transparence, ils rappellent le quartz; mais leur action sur la lumière, d'ailleurs très-nette, est beaucoup moins énergique que pour le quartz, et suffirait pour les en distinguer.

» Une lame mince, étudiée au microscope, a servi à préciser davantage cette constitution. La matière est très-riche en grains, ayant un éclat submétallique et une forme tuberculée, dont toute la partie extérieure paraît altérée et est moins brillante que le centre : c'est du sulfure. Outre ces grains, on en voit d'autres beaucoup plus petits, très-noirs et reconnaissables, à première vue, pour du fer chromé. La masse pierreuse dans laquelle ces grains sont empâtés présente deux matières d'aspect différent. L'une d'elles, très-transparente et d'un jaune fauve, offre les fendillements habituels à la partie silicatée des météorites; l'autre, beaucoup plus foncée, paraît moins homogène : sa nuance et sa structure varient d'un point à un autre. Çà et là brillent les petits grains hyalins qui viennent d'être décrits; dans beaucoup de points de la masse, on voit des taches ocreuses.

» L'analyse qu'a faite M. Stanislas Meunier a fourni les résultats suivants :

» L'échantillon examiné a été choisi dans la partie la plus noire, c'est-à-dire dans celle que l'on peut regarder comme la moins altérée.

» Le barreau aimanté en a séparé 14,990 pour 100 de matière magnétique, formée de fer nickélifère avec trace de phosphore.

» Ce qui a frappé tout d'abord dans l'échantillon examiné, c'est la proportion très-considérable de sulfure de fer, qui ne représente pas moins de 20,520 pour 100 de la masse et qui est sans doute, comme dans la pierre de Sétif, la cause de la nuance foncée. La proportion de soufre est encore plus forte que dans celle-ci : la pierre de Murcie se place au premier rang des météorites les plus sulfureuses.

» Il est probable d'ailleurs que l'échantillon analysé était plus riche en sulfure que les parties plus claires de la météorite; mais on n'a pas cru de-

voir analyser celles-ci à cause de l'abondance du peroxyde de fer qu'elles renferment, indice d'une altération profonde.

» La proportion de matière attaquable par l'acide chlorhydrique s'élève à 74,300 pour 100, et la proportion de matière inattaquable seulement à 25,700. Voici la composition de ces deux parties :

Partie attaquable.

Silice	14,982	7,662	1
Magnésie	18,263	7,127	1
Protoxyde de fer	5,003	1,111	
Soude	0,350	0,090	
Chaux	0,090	0,026	
Fer 13,630 / Nickel 1,360	14,990		
Sulfure de fer	20,520		
	74,298		

Partie inattaquable.

Silice	14,242	7,596	2
Magnésie	9,663	3,770	1
Protoxyde de fer	0,225	0,050	
Potasse	traces		
Alumine	0,510		
Fer chromé	0,920		
Phosphore	traces		
	25,560		

» La composition totale est donc exprimée de la manière suivante :

Silice	29,224
Magnésie	27,926
Protoxyde de fer	5,228
Soude	0,350
Potasse	traces
Chaux	0,090
Alumine	0,510
Fer	13,630
Nickel	1,360
Sulfure de fer	20,520
Fer chromé	0,920
Phosphore	traces
	99,758

» La composition immédiate paraît devoir s'exprimer par :

Silicate attaquable voisin du péridot	38,688
Silicate inattaquable voisin du pyroxène	24,640
Fer nickelé	14,990
Fer chromé	0,920
Sulfure de fer	20,520
Phosphures métalliques	traces
	99,758

ASTRONOMIE. — *Note sur la nébuleuse d'Orion; par le* **P. Secchi.**

« Dans la séance du 8 juillet 1867 (1), j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie une épreuve du dessin de la nébuleuse d'Orion, fait au Collége Romain, en ajoutant toutefois que ce n'était pas un travail définitif, et que je me réservais de le rectifier, s'il le fallait, à mon retour à Rome. En effet, en profitant des belles soirées de l'hiver passé, j'ai revu le dessin, sans trouver de correction considérable à y faire, en faisant les observations par les plus belles soirées et sans clair de Lune, comme on juge indispensable de le faire pour ce genre d'étude. Mais en répétant l'observation par le clair de Lune, j'ai été frappé de la vivacité qui dominait dans certaines parties, même lorsque la Lune était pleine.

» J'ai donc imaginé qu'on pourrait tirer profit de ce fait pour évaluer la gradation comparative de la lumière dans les différentes parties de la nébuleuse, et faire ainsi ressortir des détails de structure qui passent inaperçus dans les observations ordinaires. En effet, pendant les nuits sans clair de Lune, on voit très-bien briller les parties les moins intenses; mais les plus vives se trouvent ainsi presque égalées aux plus faibles elles-mêmes, et il en résulte une lumière plate, dans laquelle beaucoup de détails sont perdus. Ce n'est pas là d'ailleurs un résultat surprenant, car on sait que la différence d'intensité de deux lumières devient d'autant plus difficile à apprécier à l'œil que leur intensité absolue surpasse certaines limites. Ainsi, par exemple, les taches de Vénus qu'on voit très-bien pendant le jour sont difficiles à voir pendant la nuit. Les bandes de Jupiter se voient avec beaucoup plus de détails à l'instant du crépuscule que dans la grande obscurité de la nuit, et il en est de même de certaines nuances dans l'anneau de Saturne. La Lune elle-même ne présente pendant la nuit qu'une bien petite différence de lumière entre les mers et les montagnes, pendant que dans le jour cette différence est en proportion plus grande; la photographie y montre une énorme différence, que l'œil n'aperçoit pas.

» C'est donc cette addition importante que contient le dessin actuel de la nébuleuse, et qu'on pourra relever en le comparant à l'ancien, dont j'ai parlé ci-devant. Comme le travail antérieur était très-exact et soigné, je n'ai eu rien à faire qu'à renforcer les parties dont la lumière était plus vive. Les parties plus saillantes sont remarquables dans la région huyghénienne (n° 11 dans la planche) et dans les environs du trapèze. Le maximum d'in-

(1) Voir *Comptes rendus*, t. LXV, p. 63.

tensité a été obtenu en l'observant pendant la pleine Lune, et les intermédiaires pendant le premier quartier.

» Cette addition peut rendre raison d'un grand nombre de différences, qu'on trouve chez les astronomes qui s'en sont occupés. A part les circonstances atmosphériques et la nature du climat, la grandeur de l'ouverture de l'instrument, ayant beaucoup d'influence sur l'illumination, peut par là influer sur la visibilité des détails. La lumière de la nébuleuse étant d'un vert bleu peut faire une impression différente dans l'œil, selon qu'on regarde avec un appareil réflecteur ou avec un appareil réfracteur; on sait en effet que les derniers tendent à donner aux objets une nuance rougeâtre. A cause du monochromatisme de sa lumière, tous les yeux ne sont peut-être pas également sensibles.

» En tenant compte de toutes ces circonstances, on pourrait trouver facilement la raison de la discordance entre les dessins des différents astronomes. Les étoiles ont été placées conformément au catalogue de M. Liaporonow, en doublant l'échelle de sa figure.

» On a commencé à dessiner également les nombreuses ramifications qui relient cette grande nébuleuse aux étoiles environnantes : nous les avons indiquées à une échelle trop petite dans les Mémoires de 1859, et elles se trouvent reproduites dans les *Astr. Nach.*, 1060. Nous avons constaté que les limites, fixées alors provisoirement à ζ, 49, et υ Orion, ne sont pas exagérées.

» Quant à l'analyse spectrale de la lumière, je n'ai rien à ajouter à ce que j'ai dit dans ma communication du 20 mars 1865 (voir *Comptes rendus*, t. LX, p. 543). Je ferai cependant une remarque, qui répondra à une difficulté qu'on a faite sous ce rapport. Pour cette nébuleuse, la troisième raie lumineuse du spectre obtenu coïncide avec la raie F du Soleil, qui est la raie $H\beta$ de l'hydrogène. On en a conclu que ce gaz se trouvait à l'état incandescent dans la nébuleuse. Cependant il y avait une objection à cette conclusion. L'observation constate que l'hydrogène a au moins trois belles raies, qui sont parfaitement visibles dans les étoiles (1) : or, pourquoi dans la nébuleuse n'en voit-on qu'une? On a soupçonné que cela pouvait provenir d'un état de l'hydrogène différent de l'ordinaire, qui le rendît incapable de faire autre qu'une seule vibration. Cette hypothèse n'était pas improbable et ne me paraissait pas à rejeter, surtout après avoir trouvé que les vibra-

(1) Je viens de constater que dans α Orion existe encore la raie $H\alpha = C$ du spectre solaire, outre la raie F.

tions des raies de l'hydrogène sont entre elles dans des proportions assez simples, et cela avec une exactitude presque absolue; car Hα et Hβ ont des longueurs d'onde qui sont comme 4 : 3, à $\frac{1}{81}$ près, et Hβ à Hγ comme $\frac{9}{8}$ à $\frac{5}{3}$, à très-peu près.

» Mais cette supposition était tout à fait gratuite, et j'ai trouvé que la solution est bien plus simple, et que le phénomène dépend seulement de la différence d'éclat des trois raies. Ayant obtenu un tube de Geissler avec de l'hydrogène pur, j'ai constaté que si l'on regardait directement le tube avec le spectroscope, sa lumière contenait les trois raies caractéristiques; mais, en affaiblissant cette lumière simplement par réflexion, les deux raies Hα et Hγ disparaissaient. Ce résultat, en apparence assez bizarre, a trouvé son explication dans des évaluations photométriques, qui ont démontré que la clarté des deux raies était bien moindre que celle de la raie moyenne Hγ = F. Or celle-ci est justement la seule qui subsiste dans les nébuleuses. Il ne serait cependant pas impossible que, avec des instruments plus puissants, on réussît à voir encore les autres raies.

» Ce que nous venons de dire est suffisant pour démontrer que : 1° la présence d'une seule raie peut suffire pour constater dans un corps céleste la présence d'une substance élémentaire; 2° le monochromatisme des nébuleuses n'est peut-être qu'apparent, et il y a probablement d'autres raies que nous n'apercevons pas, à cause de leur faiblesse; 3° cependant, comme on ne voit pas les raies de certaines substances dont la clarté absolue est plus grande que celle de F de l'hydrogène, on peut bien douter de l'existence des substances correspondantes; 4° ces substances agissent par radiation directe et non par absorption, comme dans les étoiles.

» L'examen des petites étoiles rouges, dont j'ai parlé dans mes communications, est presque achevé : bientôt j'en présenterai à l'Académie un catalogue complet. Le résultat est que toutes ces étoiles ont un des spectres du troisième type, classé dans les deux figures de mon Mémoire sur les spectres stellaires (*fig.* 6 et 7, *Pl. II*) avec des zones d'absorption plus ou moins exagérées. »

« **M. Paul Gervais** offre à l'Académie les sixième et septième livraisons de son ouvrage intitulé « Zoologie et Paléontologie générales ». Le texte, en partie consacré aux Mammifères d'espèces éteintes dont on recueille les débris dans les terrains superficiels de l'Amérique méridionale, donne de nouveaux détails sur le *Typotherium* ou *Mesotherium*; quelques-unes des planches ont trait à l'ostéologie du Dronte. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui devra décerner les prix de Physiologie expérimentale pour l'année 1868 :

MM. Cl. Bernard, Longet, Milne Edwards, Coste, Brongniart, réunissent la majorité des suffrages.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui devra décerner les prix des Arts insalubres pour 1868 :

MM. Boussingault, Chevreul, Payen, Dumas, Combes, réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES LUS.

ZOOLOGIE. — *Mémoire sur une espèce éteinte du genre* Fulica, *qui habitait autrefois l'île Maurice; par* M. ALPH.-MILNE EDWARDS.

(Commissaires : MM. de Quatrefages, d'Archiac, Blanchard.)

« Depuis quelques années, les fouilles entreprises à Maurice et à Rodrigues ont permis de lever toutes les incertitudes qui existaient encore relativement à l'histoire zoologique du Dronte et du Solitaire; elles ont aussi prouvé que ces deux grands oiseaux n'étaient pas les seuls représentants, aujourd'hui disparus, de la faune qui jadis appartenait aux îles Mascareignes. Ainsi M. Schlegel a démontré que l'oiseau *Géant*, cité par Leguat comme vivant dans ces îles en 1694, ne pouvait pas être un Flamant, comme le croyait M. Strickland, mais devait constituer une espèce éteinte du groupe des Poules d'eau qu'il a désignée sous le nom de *Leguatia gigantea*.

» Dans les communications faites il y a peu de temps à l'Académie, j'ai pu, si je ne me trompe, établir que le *Psittacus mauritianus* (Owen) et le *Psittacus Rodericanus*, qui, eux aussi, étaient contemporains du Dronte et du Solitaire, avaient subi le même sort que ces représentants gigantesques du type des Pigeons.

» Je puis ajouter aujourd'hui une espèce nouvelle à toutes celles que je viens de citer, et cette détermination est basée sur un nombre d'ossements plus que suffisant pour lui donner un caractère de précision absolue.

» L'espèce que je fais connaître appartient à la division des Poules d'eau

et au genre Foulque, oiseaux plutôt coureurs et nageurs que voiliers, et qui ne s'éloignent jamais beaucoup des étangs ou des rivières sur les bords desquels ils construisent leur nid et trouvent facilement leur nourriture.

» Les ossements qui ont servi à établir cette détermination ont été rapportés de l'île Maurice par M. E. Newton, auditeur général, et c'est à l'obligeance de ce naturaliste et de M. A. Newton, professeur d'anatomie comparée à l'Université de Cambridge, que je dois de pouvoir les étudier.

» Ces pièces, trouvées dans la formation tourbeuse de Maurice, consistent en un bassin, un tibia et un tarso-métatarsien parfaitement conservés.

» Les caractères offerts par un seul de ces ossements, pris en particulier, suffiraient pour faire connaître le genre de l'oiseau dont ils proviennent, et les indications qu'ils fournissent, se complétant mutuellement, ne peuvent laisser dans l'esprit aucune incertitude.

» Le bassin est l'une des pièces du squelette des oiseaux qui donne les éléments de détermination les plus sûrs, et, sous ce rapport, il est bien supérieur au sternum, dont la forme offre beaucoup moins de constance. Si l'on examine le pelvis des tourbières de l'île Maurice, on reconnaît immédiatement qu'il appartient à un oiseau de la famille des Rallides. Chez tous les représentants de ce groupe, qui comprend les Poules d'eau, les Poules sultanes, les Jacanas, les Ocydromes, les Tribonyx, les Notornis et les Foulques, le bassin est remarquable par la longueur de toute la portion située en avant de l'articulation du fémur, par l'étroitesse et l'inclinaison des fosses iliaques externes, par le cloisonnement en arrière des fosses rénales postérieures, etc. Pour ne pas abuser de l'attention que l'Académie veut bien m'accorder, je n'insisterai pas sur les particularités de détails qui caractérisent cette portion du squelette, et je me bornerai à dire en ce moment qu'il est impossible de confondre le pelvis d'un Rallide avec celui d'aucun autre représentant de la même classe. Mais il ne suffit pas de reconnaître à quelle famille appartient l'oiseau fossile de Maurice, et, pour arriver à la détermination générique et spécifique, nous devons pousser plus loin l'étude des caractères anatomiques que présente le bassin et chercher auparavant si les divers groupes naturels de la famille des Rallides offrent dans la constitution de cette partie du squelette des caractères qui permettent de les distinguer les uns des autres; un examen même superficiel suffit pour répondre affirmativement à cette question. On reconnaît en effet trois types principaux, suivant lesquels la région pelvienne paraît constituée : le premier nous est fourni par les Poules sultanes, les Gallinules, les Ralles et les

Ocydromes; le second, par les Jacanas; le troisième type comprend les Foulques. Le bassin de ces derniers oiseaux présente certaines modifications organiques en rapport avec leur genre de vie plus aquatique et la facilité avec laquelle ils nagent. En effet, la portion postérieure s'allonge beaucoup de façon à augmenter la surface d'insertion du muscle pyramidal qui porte la cuisse en arrière. Ce caractère se retrouve sur notre fossile, ainsi que toutes les particularités d'importance secondaire, propres au genre *Fulica*, et l'on peut même reconnaître qu'il se rapproche plus du bassin du Foulque d'Europe que de celui du Foulque à crête qui habite aujourd'hui l'Afrique et se rencontre quelquefois à Madagascar. Sa taille est beaucoup plus considérable, puisqu'elle dépasse même celle du bassin du Foulque du Chili. Il est surtout plus élargi, plus épais, et semble indiquer un animal plus vigoureux.

» Cet os suffirait donc à lui seul pour faire connaître le genre et l'espèce de l'oiseau dont il provient, car il est si nettement caractérisé, qu'il ne peut y avoir aucune incertitude à cet égard; mais d'autres pièces viennent encore confirmer nos conclusions; ainsi, on a trouvé dans le même gisement les os de la jambe et du pied qui appartiennent évidemment à la même espèce. Dans mon travail sur les oiseaux fossiles, j'ai insisté sur les indications précieuses que l'on pouvait tirer de l'étude du tarso-métatarsien, et j'ai montré par une foule d'exemples qu'il suffisait généralement pour arriver à la détermination des genres et même des espèces.

» Les particularités que présente le tibia s'accordent complétement avec celles qui sont fournies par le bassin et par l'os du pied. Elles indiquent un Foulque de dimensions considérables, plus considérables même que celles de toutes les espèces de ce genre qui habitent aujourd'hui la région madécasse, et sous ce rapport notre espèce se rapproche du *Fulica gigantea*.

» Il est intéressant de rechercher si les voyageurs qui ont visité les îles Mascareignes à l'époque où le Dronte existait encore ont eu connaissance du *Fulica Newtonii*. Les renseignements les plus précis que nous ayons sur la faune de ces îles nous ont été transmis par Dubois, qui visita ces régions de 1669 à 1671.

» Cet auteur, dans la description des *Oiseaux de rivière* de l'île Bourbon, parle de « *Poules d'eau qui sont grosses comme des poulles; elles sont toutes* » *noires, et ont une grosse creste blanche sur la teste.* »

» Ces caractères ne peuvent s'appliquer au Foulque que l'on rencontre aujourd'hui dans les mêmes parages, c'est-à-dire au *Fulica cristata* (Gmelin),

car cette espèce est non-seulement plus petite qu'une poule ordinaire, mais se fait remarquer par la plaque du front qui est d'un rouge foncé, tandis que, chez l'oiseau dont parle Dubois, la plaque rostrale était entièrement blanche.

» D'après l'examen des os de la patte du *Fulica Newtonii*, on peut juger de la grandeur de l'animal tout entier; il devait être à peu près de la taille d'une grosse poule. Ces indications permettent de supposer que le *Fulica Newtonii* pourrait bien être l'espèce décrite par Dubois, qui, au lieu d'être localisée à l'île Bourbon, aurait aussi habité Maurice.

» On ne trouve dans l'ouvrage de Leguat aucun passage qui puisse s'appliquer avec certitude à cet oiseau, car lorsqu'il dit : « L'île (Maurice) était » autrefois toute remplie d'Oyes, de Canards sauvages, de *Poules d'eau*, de » Gélinottes, de Tortues de mer et de terre, mais tout cela est devenu fort » rare, » rien ne prouve que ces Poules d'eau fussent des Foulques; et si elles appartenaient à ce genre, on serait autorisé à penser qu'il s'agit ici du *Fulica cristata*.

» On s'explique assez bien la disparition de notre oiseau fossile; en effet, si les Foulques nagent et plongent avec une grande facilité, ils volent peu; les grandes espèces de l'Amérique méridionale paraissent même presque incapables de s'élever dans les airs. Ainsi d'Azara nous donne quelques détails sur les habitudes de ces oiseaux : « J'ai eu, dit-il, trois individus » vivants de cette espèce, au Paraguay, je les ai lâchés dans une cour où ils » ont paru tranquilles, stupides et paresseux. Jamais ils ne faisaient usage » de leurs ailes, même quand on les tourmentait, et ils paraissaient privés » de la faculté de voler. »

» Le *Fulica Newtonii*, dont les dimensions devaient se rapprocher beaucoup de celles du Foulque géant du Chili, était, suivant toutes probabilités, un oiseau de formes lourdes et massives, très-bon nageur, comme semblent l'indiquer la force des os de la patte et l'étendue des surfaces d'insertion des muscles qui mettent les doigts en mouvement, mais, sinon incapable, du moins peu capable de s'élever de terre.

» Les îles Mascareignes ont une étendue si peu considérable, qu'elles n'ont pas dû servir longtemps de refuge aux oiseaux à formes massives qui y vivaient en grand nombre, à l'époque où l'homme n'y avait pas encore pénétré. Le Foulque de Newton faisait partie de cette faune ancienne si remarquable qui comptait aussi parmi ses représentants les Drontes de Maurice et de Bourbon, le Solitaire, le Géant (*Leguatia gigantea*), l'Oiseau bleu, que M. Schlegel rapporte avec doute au genre *Notornis*, et deux espèces de Per-

roquets. Plusieurs de ces oiseaux n'ont été qu'entrevus, et ne sont connus les uns que par un fragment de squelette, les autres par une courte description ou un dessin imparfait. Il y a donc encore là bien des découvertes à faire, et les résultats auxquels on est arrivé depuis quelques années sont de nature à éveiller l'attention de tous les zoologistes, et doivent les engager à unir leurs efforts pour soulever le voile qui nous cache encore la plupart de ces formes si curieuses d'une population aujourd'hui disparue. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE. — *Choc longitudinal de deux barres élastiques, dont l'une est extrêmement courte ou extrêmement roide par rapport à l'autre; par* **M. DE SAINT-VENANT.**

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

« Ce cas extrême, où l'on peut remplacer par une masse dure de forme quelconque l'une des deux barres qui se heurtent, est très-intéressant à considérer. Au Mémoire sur le choc longitudinal, lu ou présenté en 1866, puis inséré *in extenso* au *Journal de Mathématiques pures et appliquées*, j'ai donné, pour le résoudre, des expressions en série trigonométrique. Mais je viens de reconnaître qu'au moyen d'une transformation, on pouvait y étendre la solution en termes finis.

» J'ai trouvé, quand le temps $\frac{a_2}{k_2}$ que le son met à parcourir toute la longueur de la barre heurtée est un nombre exact n de fois le temps analogue relatif à la barre heurtante, et quand on représente par U_1, U_2 les vitesses *moyennes* finales de celle-ci et de celle-là, par V_1 et V_2 leurs vitesses initiales, par M_1 et M_2 leurs masses, et par a_1, a_2 leurs longueurs respectives,

$$(1)\qquad \begin{cases} U_1 = V_2 + \left(\frac{1-r}{1+r}\right)^n (V_1 - V_2), \\ U_2 = V_2 + \frac{M_1}{M_2}\left[1 - \left(\frac{1-r}{1+r}\right)^n\right](V_1 - V_2), \end{cases}$$

$$(2)\qquad r = \frac{M_2}{M_1}\frac{a_1 k_2}{a_2 k_1} < 1.$$

» Si la barre heurtante est ou infiniment courte ou douée d'une roideur infinie, en sorte que a_1 soit infiniment petit ou k_1 infini, le nombre

$n = \frac{M_2}{M_1} \frac{1}{r}$ sera infiniment grand. Or, on a

$$(3) \qquad \left(\frac{1-r}{1+r}\right)^{\frac{1}{r}} = e^{-2}$$

quand r tend vers zéro ($e = 2,71828....$).

» On a donc, dans le cas extrême considéré, les expressions suivantes très-simples des vitesses finales *de translation* des deux barres, ou bien d'un corps rigide ayant une masse M_1 et d'une barre parfaitement élastique de longueur et de matière quelconque ayant une masse M_2 :

$$(3\ bis) \qquad \left\{ \begin{array}{l} U_1 = V_2 + (V_1 - V_2) e^{-2\frac{M_2}{M_1}}, \\ U_2 = V_2 + \frac{M_1}{M_2}\left(1 - e^{-2\frac{M_2}{M_1}}\right)(V_1 - V_2). \end{array} \right.$$

» Mais le même procédé analytique peut faire connaître complétement les circonstances du choc, ou les états successifs des barres.

» En effet, les formules telles que (112) du n° 9 du Mémoire cité, applicables à un rapport quelconque $i = n$ des temps $\frac{a_2}{k_2}, \frac{a_1}{k_1}$, et à une valeur aussi quelconque du nombre de fois $i' < i$ que l'ébranlement s'est réfléchi dans la barre heurtante, permettent, en faisant infinis ces deux nombres i et i', d'obtenir pour un temps quelconque les valeurs des vitesses et des compressions. Ces formules sont, en appelant v'_1 la vitesse de tous les points de la barre heurtante, v'_2, v''_2 celles de diverses parties de la barre heurtée au point qui était primitivement à la distance x de celui de leur jonction, et j'_2, j''_2 les proportions correspondantes des compressions :

Barre heurtante. Entre les instants $t = 0$ et $t = 2\frac{a_2}{k_2}$.

$$(4) \qquad v'_1 = V_2 + (V_1 - V_2) e^{-\frac{M_2}{M_1}\frac{k_2 t}{a_2}}; \quad \text{compression} = 0.$$

Barre heurtée. Entre $t = 0$ et $t = \frac{a_2}{k_2}$.

$$(5) \qquad \left\{ \begin{array}{l} \text{De } x = 0 \text{ à } x = k_2 t \left\{ \begin{array}{l} v'_2 = V_2 + (V_1 - V_2) e^{-\frac{M_2}{M_1}\frac{k_2 t - x}{a_2}}, \\ j'_2 = \frac{V_1 - V_2}{k_2} e^{-\frac{M_2}{M_1}\frac{k_2 t - x}{a_2}}; \end{array} \right. \\ \text{De } x = k_2 t \text{ à } x = a_2 : \text{ vitesse} = V_2, \quad \text{compression} = 0. \end{array} \right.$$

Même barre. Entre $t = \frac{a_2}{k_2}$ et $t = 2\frac{a_2}{k_2}$ (instant de la séparation).

$$(6)\begin{cases} \text{De } x = 0 \text{ à } x = 2a_2 - k_2 t \ : \ \text{vitesse } = v'_2, \quad \text{compression } = j'_2; \\ \text{De } x = 2a_2 - k_2 t \\ \quad \text{à } x = a_2 \end{cases} \begin{cases} v''_2 = V_2 + (V_1 - V_2)\left(e^{-\frac{M_2}{M_1}\frac{k_2 t - x}{a_2}} + e^{-\frac{M_2}{M_1}\frac{k_2 t + x - 2a_2}{a_2}}\right), \\ j''_2 = \frac{V_1 - V_2}{k_2}\left(e^{-\frac{M_2}{M_1}\frac{k_2 t - x}{a_2}} - e^{-\frac{M_2}{M_1}\frac{k_2 t + x - 2a_2}{a_2}}\right). \end{cases}$$

» J'ai fait subir trois sortes de vérifications à ces expressions.

» 1° Par la condition de conservation de la quantité de mouvement. On trouve, en effet, si l'on effectue les substitutions et les calculs,

$$(7)\quad \begin{cases} M_1 V_1 + M_2 V_2 = M_1 v'_1 + \frac{M_2}{a_2}\left(\int_0^{k_2 t} v'_2\,dx + \int_{k_2 t}^{a_2} V_2\,dx\right) \\ \qquad = M_1 v'_1 + \frac{M_2}{a_2}\left(\int_0^{2a_2 - k_2 t} v'_2\,dx + \int_{2a_2 - k_2 t}^{a_2} v''_2\,dx\right). \end{cases}$$

» 2° Par la condition de conservation de la demi-force vive totale, jointe au travail de compression des diverses parties de la barre a_2, car on trouve

$$(8)\quad \begin{cases} \frac{M_1 V_1^2}{2} + \frac{M_2 V_2^2}{2} = M_1 \frac{v'^2_1}{2} + \frac{M_2}{2a_2}\left[\int_0^{k_2 t} (v'^2_2 + k_2^2 j'^2_2)\,dx + \int_{k_2 t}^{a_2} V_2^2\,dx\right] \\ \qquad = M_1 \frac{v'^2_1}{2} + \frac{M_2}{2a_2}\left[\int_0^{2a_2 - k_2 t} (v'^2_2 + k_2^2 j'^2_2)\,dx \right. \\ \qquad\qquad \left. + \int_{2a_2 - k_2 t}^{a_2} (v''^2_2 + k_2^2 j''^2_2)\,dx\right]. \end{cases}$$

» 3° Enfin, par la comparaison des expressions en termes finis (4), (5) et (6) avec les expressions en série trigonométrique. Celles-ci, pour un point de la première barre à une distance x' de son extrémité libre et pour un point de la deuxième à une distance x de la jonction, sont

$$(9)\quad \begin{cases} v_1 = \sum m A X_1 \cos mt \\ v_2 = \sum m A X_2 \cos mt \end{cases} \quad \text{si} \quad X_1 = \frac{\cos \frac{mx'}{k_1}}{\cos \frac{ma_1}{k_1}}, \quad X_2 = \frac{\cos \frac{m(a_2 - x)}{k_2}}{\cos \frac{ma_2}{k_2}},$$

$\sum$ s'appliquant à toutes les racines m de l'équation transcendante

$$(10)\qquad m\left(\frac{M_1 k_1}{a_1} \operatorname{tang} \frac{ma_1}{k_1} + \frac{M_2 k_2}{a_2} \operatorname{tang} \frac{ma_2}{k_2}\right) = 0,$$

et A étant donné par

$$(11)\quad mA\left(\frac{M_1}{a_1}\int_0^{a_1} X_1^2\,dx' + \frac{M_2}{a_2}\int_0^{a_2} X_2^2\,dx\right) = \frac{M_1}{a_1} V_1 \int_0^{a_1} X_1\,dx' + \frac{M_2}{a_2}\int_0^{a_2} X_2\,dx.$$

» Opérons en égalant les expressions (4) et (5) ou (6) à celles (9) des vitesses v_1, v_2, comme on a fait quand il s'agissait de déterminer le coefficient A de manière à satisfaire aux conditions initiales. Nous aurons

$$(12)\quad \left\{\begin{aligned} &\frac{M_1}{a_1}\int_0^{a_1} v'_1 X_1\,dx' + \frac{M_2}{a_2}\left(\int_0^{k_2 t} v'_2 X_2\,dx + \int_{k_2 t}^{a_2} V_2 X_2\,dx\right) \\ &= \frac{M_1}{a_1}\int_0^{a_1} v'_1 X_1\,dx' + \frac{M_2}{a_2}\left(\int_0^{2a_2 - k_2 t} v'_2 X_2\,dx + \int_{2a_2 - k_2 t}^{a_2} v''_2 X_2\,dx\right) \\ &= \frac{M_1}{a_1}\int_0^{a_1} v_1 X_1\,dx' + \frac{M_2}{a_2}\int_0^{a_2} v_2 X_2\,dx. \end{aligned}\right.$$

» Nous savons qu'en effectuant, tous les termes de chaque $\sum$ disparaissent du dernier membre, hors un seul, et il n'y reste que

$$(13)\qquad \left(\frac{M_1}{a_1} V_1 \int_0^{a_1} X_1\,dx' + \frac{M_2}{a_2} V_2 \int_0^{a_2} X_2\,dx\right)\cos mt,$$

dont la valeur se réduit, dans le cas présent, à

$$(14)\qquad M_1 (V_1 - V_2)\cos mt,$$

parce que, comme $\frac{a_1}{k_1}$, $\frac{x'}{k_2}$ sont infiniment petits, on a $X_1 = 1$, et l'équation transcendante (10) donne

$$\sin\frac{ma_2}{k_2} + \frac{M_1}{M_2} m \frac{a^2}{k_2} \cos\frac{ma_2}{k_2} = 0.$$

» Or, en effectuant aussi ce qui est indiqué dans les premiers membres de (12), ils se réduisent également à (14) $M_1 (V_1 - V_2)\cos mt$.

» On peut donc avoir confiance dans les résultats de ces expressions nouvelles sous forme finie.

» J'en donnerai, dans une prochaine communication, de semblables pour les vitesses et les contractions ou dilatations des diverses parties d'une barre heurtée à un bout et fixée à l'autre, ce qui offrira la solution la plus pratique du problème traité en 1823 au moyen des séries transcendantes, par Navier, à propos des chocs que peuvent subir les tiges verticales de ponts suspendus. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Recherches expérimentales sur l'accroissement en diamètre des arbres dicotylédonés.* Mémoire de **M. G. Colin**, présenté par M. Duchartre. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Botanique.)

« Les problèmes qui se rapportent à l'accroissement des arbres, quoiqu'ils aient été depuis plus d'un siècle l'objet de nombreuses études, ne sont peut-être pas encore tous bien connus. L'expérimentation, appliquée si ingénieusement à leur solution par Duhamel, n'a pas encore fourni toutes les données qu'on peut en attendre; aussi ai-je pensé qu'il serait utile de la reprendre, tant pour dissiper les doutes qui planent sur divers points que pour suivre, sous le rapport histologique, le travail de la formation des tissus végétaux.

» Je me suis d'abord attaché, dans les recherches qui font l'objet de ce Mémoire, à suivre ponctuellement l'auteur de la *Physique des arbres*, pour juger de la valeur de ses procédés et voir comment certains résultats avaient pu le tromper et le conduire à de fausses interprétations; puis j'ai porté toute mon attention sur les expériences décisives, sur celles qui paraissent de nature à mettre en relief les phénomènes les plus caractéristiques des formations ligneuses.

» Après quelques essais préliminaires, j'ai reconnu qu'il importait beaucoup, pour obtenir des résultats nets, de restreindre autant que possible les lésions des tissus et d'opérer sur les arbres dont l'écorce et le bois sont peu sensibles à l'influence des solutions de continuité. Au lieu d'engager les lames métalliques, comme le faisait Duhamel, sous des lambeaux d'écorce dont les bords et l'extrémité libre se dessèchent souvent, je les ai presque toujours insérées sous le liber ou dans son épaisseur, par une simple fente à direction variable. Le sycomore, le marronnier, le mûrier à papier, le chêne et plusieurs arbres de la famille des rosacées se sont prêtés à merveille à la plupart des expériences. Elle ont eu pour objet l'examen des points suivants :

» 1° Les couches ligneuses qui se forment dans les arbres dicotylédonés, à l'extérieur des anciennes, résultent-elles en partie de la transformation des quelques éléments du liber, ou seulement de la production d'éléments nouveaux dans la couche génératrice?

» 2° Dans quel ordre et suivant quel mode s'effectue le développement de ces couches nouvelles?

» 3° Les matériaux des nouvelles formations proviennent-ils de l'une des séves ou des deux à la fois?

» En ce qui concerne le premier point, l'expérimentation prouve que la couche ligneuse ne provient ni de l'extension de l'aubier sous-jacent, ni d'une modification quelconque des éléments constitutifs du liber, quoique, dans des conditions déterminées et en l'absence de la zone génératrice, l'aubier d'un côté et le liber de l'autre puissent donner lieu à des formations ligneuses plus ou moins épaisses. En effet si, au printemps, on insinue une lame d'or ou de platine entre l'écorce et l'aubier, on trouve, en automne, qu'une couche ligneuse complète s'est formée à l'extérieur de la lame en l'éloignant considérablement du liber. Mais cette lame n'a pas changé de situation par rapport à l'aubier; rien ne s'est formé en dessous; sa face interne est encore exactement sur la ligne qui, au début de l'expérience, délimitait l'ancien bois, d'où il suit que la nouvelle formation ligneuse n'a absolument rien emprunté à la formation antérieure.

» D'autre part, si, sur le trajet d'une incision avec perte de substance faite à l'écorce, on insère deux pointes métalliques très-fines, parallèles entre elles, l'une dans les feuillets les plus profonds du liber, l'autre dans les plus superficiels, on retrouve, en automne, que la mince lamelle du liber laissée en dedans de la pointe interne n'a rien perdu de son épaisseur et de ses caractères. De même quand, après avoir insinué une lame de platine sous l'écorce, on implante perpendiculairement dans celle-ci un stylet dont l'extrémité vienne rencontrer cette lame en affleurant la face interne du liber, on voit, au bout de plusieurs mois, que la pointe ne s'est nullement engagée dans la couche ligneuse qui a recouvert la lame : aucun feuillet du liber n'est venu prendre part à la constitution du nouveau strate d'aubier.

» Duhamel a été, sans aucun doute, trompé dans les belles expériences par lesquelles il pensait confirmer les vœux de Malpighi. Lorsqu'il croyait introduire ses fils d'argent dans les feuillets internes du liber, il les passait en dessous, et, quand sur des lanières corticales soulevées, il était sûr de leur position, il produisait des déchirures de faisceaux qui, ultérieurement, permettaient aux fils d'arriver sous l'écorce, et en fin de compte dans l'aubier. Du reste, ces dernières combinaisons devaient nécessairement le conduire à des erreurs, car les fils d'une certaine étendue, passés en travers dans les couches profondes de l'écorce, se comportent à la longue comme le font les anneaux inextensibles : par suite de l'expansion graduelle du système ligneux et de la dilatation forcée du revêtement cortical, ils cou-

pent ce qui est sous eux, arrivent bientôt à l'intérieur de l'écorce, pour disparaître sous les formations ligneuses subséquentes. L'erreur capitale de Duhamel est dans ces résultats. En les mettant de côté, on peut, même par les expériences qui lui paraissaient prouver la transformation du liber en aubier, démontrer que cette transformation n'a pas lieu.

» L'expérimentation bien conduite montre donc nettement que les systèmes ligneux et cortical, isolés de bonne heure, se composent de formations distinctes, successives, tendant à conserver chacune leur nature propre, leurs limites, et que les couches ligneuses naissent sur le terrain neutre de la zone cellulaire dite génératrice, sans rien emprunter au bois ni à l'écorce. L'organogénie, de son côté, a conduit aux mêmes résultats, comme M. Trécul l'a fait voir dans ses belles recherches. Mais ce n'est pas trop de deux démonstrations parallèles sur un sujet qui a divisé si longtemps les plus éminents observateurs.

» L'ordre suivant lequel se constitue chaque nouvelle couche ligneuse, n'étant point sensiblement troublé par l'insertion des lames ou des fils entre le bois et l'écorce, peut être étudié à toutes ses phases, dans les conditions expérimentales. Les éléments de la couche se forment successivement, avec une régularité parfaite, des points profonds vers les plus superficiels. Ce sont d'abord, comme le fait remarquer M. Duchartre, les larges et nombreux vaisseaux qui apparaissent au printemps, puis des vaisseaux plus petits avec beaucoup de fibres ligneuses, enfin en automne presque exclusivement des faisceaux ligneux enveloppés d'un tissu utriculaire générateur qui devra servir l'année suivante. A aucun moment la zone cellulaire n'est envahie dans toute son épaisseur par le travail de formation ligneuse; elle se renouvelle à la périphérie, à mesure qu'elle perd quelque chose vers le centre, de sorte que, tout en réunissant physiquement les deux systèmes ligneux et cortical, elle les maintient toujours parfaitement distincts. L'expérimentation montre avec clarté que les formations ligneuses sont indépendantes de toute conversion d'éléments anciens, autres que le tissu cellulaire. Elles le sont du liber, d'un part, puisqu'elles commencent loin de lui et en demeurent constamment isolées; elles ne le sont pas moins de l'aubier sous-jacent, dont l'intervention, si elle existait, serait supprimée par les lames métalliques à la surface desquelles les couches s'organisent, comme elles le font sur l'aubier même.

» Les formations ligneuses naissantes ne se constituent pas seulement aux dépens de la séve élaborée qui paraît descendre dans le liber et s'épancher horizontalement sous l'écorce par une diffusion lente; elles semblent

aussi tirer quelques-uns de leurs matériaux de la séve ascendante qui, tout en montant, s'échappe latéralement, en certaine proportion, à travers les parois vasculaires, car dans les expériences on voit les matières colorantes ou les solutions salines charriées de bas en haut par l'aubier, s'en exhaler partiellement, à mesure qu'elles s'élèvent, pour se mélanger dans le tissu cellulaire générateur aux liquides émanés de l'écorce.

» La participation de la séve ascendante au développement des tissus nouveaux ne saurait être niée. Cette sève donne déjà à elle seule, et presque directement, aux bourgeons, aux fleurs et aux fruits, les éléments de leur nutrition. En s'échappant de l'aubier mis à nu et suffisamment protégé, elle fournit aux excroissances cellulaires assez de matériaux pour y organiser des couches ligneuses et corticales; enfin on sait, comme Dutrochet l'a observé, qu'elle fait naître pendant longtemps des zones ligneuses sur les souches de l'*Abies pectinata*, en l'absence de toute production foliacée.

» C'est au printemps surtout, avant l'épanouissement des bourgeons, que la séve ascendante peut prendre une grande part à l'évolution des nouveaux tissus, puisque alors elle se charge d'une grande quantité de matières depuis longtemps déposées, soit dans les cellules, soit dans les vaisseaux, et qu'elle se trouve appelée plus énergiquement qu'à toute autre époque vers la zone génératrice imprégnée de principes très-denses. Les échanges entre les deux séves paraissent d'ailleurs toujours se faire horizontalement, attendu que, dans les expériences où les lames ont été insérées sous de grandes lanières d'écorce, aucun dépôt, si mince qu'il soit, ne s'effectue au-dessous des points du liber qui cessent de vivre. »

PHYSIQUE-MÉCANIQUE. — *Application de la théorie de la similitude des trajectoires à la vérification de la loi de la résistance de l'air contre les projectiles de l'artillerie; par* **M. Martin de Brettes.** (Extrait.)

(Commissaires : MM. Morin, Piobert, Combes.)

« Le théorème général de la similitude des trajectoires est le suivant :

» *Si, lorsque l'exposant de la vitesse qui caractérise la loi de la résistance de l'air est n, deux projectiles semblables, de rayons* R_1, R_0, *et de densités* D_1, D_0, *sont lancés sous le même angle de tir, par des canons rayés, dont les pas sont proportionnels aux calibres, et avec des vitesses initiales* V'_0, V_0 *dans le rapport* $\frac{V'_0}{V_0} = \sqrt[n]{\frac{R_1 D_1}{R_0 D_0}}$, *les deux trajectoires seront semblables.*

» *Les lignes homologues, par conséquent les portées* E_1, E_0 *et les dérivations* Δ_1, Δ_0 *seront proportionnelles au carré des vitesses initiales:* $\frac{E_1}{E_0} = \frac{\Delta_1}{\Delta_0} = \left(\frac{V'_0}{V_0}\right)^2$.

» *Les durées* T_1, T_0 *des trajets homologues, par conséquent des portées* E_1, E_0, *seront dans le rapport des vitesses initiales, de sorte que l'on aura*

$$\frac{T_1}{T_0} = \frac{V'_0}{V_0} = \sqrt{\frac{R_1 D_1}{R_0 D_0}}.$$

» Par conséquent, pour vérifier une loi de la résistance de l'air caractérisée par V^{n_1}, il suffira :

» 1° De tirer sous le même angle de tir deux projectiles semblables dans des canons rayés dont les pas soient proportionnels aux calibres et avec des vitesses initiales V'_0, V_0, dont le rapport $\frac{V'_0}{V_0} = \sqrt[n_1]{\frac{R_1 D_1}{R_0 D_0}}$;

» 2° De mesurer les durées T_1, T_0 des portées;

» 3° De mesurer les portées E_1, E_0 et les dérivations Δ_1, Δ_0.

» Si les durées des trajets sont dans le rapport $\frac{T_1}{T_0} = \sqrt[n_1]{\frac{R_1 D_1}{R_0 D_0}}$, les portées E_1, E_0 et les dérivations Δ_1, Δ_0 sont dans le rapport $\frac{E_1}{E_0} = \frac{\Delta_1}{\Delta_0} = \sqrt[\frac{n_1}{2}]{\frac{R_1 D_1}{R_0 D_0}} = \left(\frac{V'_0}{V_0}\right)^2$. Les deux trajectoires seront semblables et n_1 sera l'exposant de la vitesse dans l'expression de la résistance de l'air.

» Les nombreuses expériences de polygone faites, pour déterminer les tables du tir plongeant des canons de 4 et de 12 kilogrammes, depuis 8 jusqu'à 24 degrés, et pour des portées variant de 200 à 1500 mètres, permettent de vérifier que, pour ce genre de tir, la résistance de l'air est très-sensiblement proportionnelle au carré de la vitesse du projectile. Les données numériques relatives à ces deux projectiles sont :

Calibres { de l'obus de 12^{kil}.. $2R_1 = 118^{mill}$,
de l'obus de 4.... $2R_0 = 84$;

Poids.. { de l'obus de 12.... $P_1 = 11^{kil},500$,
de l'obus de 4. .. $P_0 = 4$;

Rapport des calibres........ $\frac{2R_1}{2R_0} = 1,4047$;

Rapport des densités........ $\frac{D_1}{D_0} = 1,05$;

Rapport des pas des rayures.. $\frac{H_1}{H_0} = 1,338$.

» Ce dernier rapport est un peu faible, car il devrait être 1,404. Mais cette différence, qui augmente un peu le rapport des dérivations, peut être négligée.

» Alors les conditions de similitude spéciale à ces projectiles deviennent :

(1) $$\frac{V'_0}{V_0} = \sqrt[n]{1,4749},$$

(2) $$\frac{T_1}{T_0} = \sqrt[n]{1,4749},$$

(3) $$\frac{E_1}{E_0} = \sqrt[\frac{n}{2}]{1,4749}.$$

» Nous avons cherché quelle est la valeur de n dans le cas du tir plongeant, en lui donnant successivement des valeurs croissantes à partir de $n = 1$ et en comparant les résultats pratiques avec ceux qui devraient être obtenus si la valeur assignée à n était la vraie.

» 1° Si nous supposons $n = 1$, ou la résistance de l'air proportionnelle à la simple vitesse, on trouve des résultats qui diffèrent notablement des résultats pratiques; de sorte que l'hypothèse $n = 1$ n'est pas admissible dans le tir plongeant.

» 2° Si nous supposons $n = 2$, les résultats, jusqu'à 1200 mètres, et pour des vitesses qui n'excèdent pas 240 mètres, diffèrent peu des résultats pratiques. On peut donc admettre pratiquement que *la résistance de l'air contre les obus oblongs est proportionnelle aux carrés des vitesses*, dans les limites du tir plongeant qui correspondent à des vitesses comprises entre 70 et 240 mètres. A 1300 mètres la loi de la vitesse commence à s'éloigner de la proportionnalité au carré de la vitesse.

» 3° Si nous supposons $n = 3$, les résultats montrent que pour les portées de 1300 mètres, ou pour les vitesses supérieures à 240 mètres, *la résistance de l'air est proportionnelle à une puissance de la vitesse plus grande que le carré*, et presque au cube.

» Il est à regretter que les tables de tir n'aient pas été étendues assez loin pour permettre de vérifier la loi du cube, qui a été trouvée par la Commission des Principes du tir, de Metz (*), adoptée par l'Artillerie de la Marine (**) et vérifiée en dernier lieu en Belgique (***) pour des vitesses croissant de 250 à 400 mètres.

(*) *Cours d'Artillerie de l'École d'Application*, par le capitaine Welter, 1861.
(**) *Cours de Balistique*, par Hélie, professeur à l'École d'Artillerie de la Marine, 1865.
(***) *Balistique expérimentale*, par Le Boulangé, capitaine d'artillerie belge, 1867.

» Cette application de la théorie de la similitude des trajectoires, qui a été déduite du *Théorème de Newton sur la similitude en mécanique*, vient confirmer l'importance pratique de ce théorème, qui est considéré par M. Bertrand *comme un des plus simples et des plus féconds de la science* (*). »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Note sur les mers intracontinentales;* par **M. Rochat.** (Extrait.)

(Renvoi à la Section de Géographie et Navigation.)

« Les analogies ou les différences que présentent l'ancien et le nouveau continent ont été étudiées par des hommes éminents, Bacon, Forster, Buffon, Pallas, Humboldt, Steffens, Ritter, etc. Mais, parmi ces analogies, une des plus importantes et certainement la plus saillante semble leur avoir échappé. Les deux continents sont profondément creusés par une vaste mer intérieure, l'ancien par la mer des Indes, le nouveau par la mer des Amériques (nous donnons à cette dernière, pour limite orientale, la Floride et la chaîne d'îles qui commence aux Lucayes et finit à l'île de la Trinité); et ces deux mers offrent entre elles une remarquable ressemblance.

» Ainsi, chacune d'elles est placée au centre même de son continent, dans le sens de sa longueur, dans sa partie la plus chaude. La mer des Indes est traversée dans son milieu par l'équateur, celle des Amériques par le tropique du Cancer. Chacune d'elles a une étendue proportionnée à celle du continent qu'elle baigne : l'Indienne est deux fois au moins plus vaste que l'Américaine. Chacune d'elles a la forme d'un demi-cercle ou d'une pyramide à sommet tronqué, avec une base tournée vers l'Océan. Toutes deux offrent, vers leur sommet, deux grandes péninsules : ici le Honduras et le Yucatan; là l'Inde et l'Indo-Chine. Ces deux péninsules séparent trois golfes : ici ceux des Mosquitos, de Honduras, de Campêche; là ceux d'Oman, de Bengale, de Chine. Toutes deux renferment des îles nombreuses, grandes et petites. Toutes deux, sur une partie de leur pourtour, ont été le théâtre de phénomènes volcaniques, les plus prononcés peut-être qu'ait subis notre planète. Entre l'Archipel de la Malaisie et celui des Antilles, on trouve une analogie frappante. Tous deux sont sans cesse traversés par des vents réguliers : de ce côté de l'Atlantique les moussons, de l'autre côté les vents alizés.

(*) *Journal de l'École Polytechnique*, XXXIIe Cahier, 1848.

» Sans doute il existe entre ces deux mers des différences, mais elles ne portent que sur des détails.

» Les Anglais, qui, dans l'intérêt de leur commerce, se sont emparés partout des positions maritimes les plus avantageuses, ont bien senti l'importance de ces deux mers. Ils occupent tous les angles de l'espèce de pyramide qu'elles représentent : dans l'ancien monde, l'Inde et la partie occidentale de l'Indo-Chine, le cap de Bonne-Espérance, l'Australie et la Tasmanie; dans le nouveau, le Honduras, les Lucayes, leurs petites Antilles, et spécialement la Trinité.

» La fonction de ces mers, c'est d'abord de faire communiquer entre elles et avec l'Océan les nombreuses contrées qu'elles baignent; c'est ensuite de faire pénétrer jusqu'au centre des continents leur influence climatérique. Elles tempèrent en effet la chaleur qui, là, sans leur action, serait intolérable. Elles fournissent à l'atmosphère une humidité abondante que des conditions réfrigérantes diverses, les hautes montagnes entre autres, convertissent en pluies et en cours d'eau fécondateurs : elles concourent ainsi puissamment à l'arrosement des terres. Que la mer des Indes soit comblée, la plupart des contrées qu'elle baigne cesseront d'être accessibles et perdront d'ailleurs la plus grande partie de leur fertilité et de leur richesse; l'Inde, par exemple, ne sera plus l'Inde. Que deviendrait, sans le golfe du Mexique, l'opulente vallée du Mississipi? Les vents cités plus haut contribuent à répandre au loin, d'une manière continue et régulière, l'influence climatérique dont il s'agit. »

M. Basterot adresse un Mémoire ayant pour titre « l'Erosion, ses lois, ses effets; traces de l'ancien niveau des mers d'Europe ».

(Commissaires : MM. Elie de Beaumont, Daubrée, Ch. Sainte-Claire Deville.)

M. H. Meyer adresse une Note ayant pour titre « Problèmes indéterminés du deuxième degré à une seule équation et plusieurs inconnues ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

MM. Bourdel et L. de Martin adressent une Note contenant l'indication de quelques expériences destinées à savoir quels sont, dans le vaccin, les éléments spécifiques actifs.

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

Un auteur dont le nom est renfermé dans un pli cacheté, avec la devise « Plus ultra », adresse un Mémoire, accompagné d'un plan, sur l'application de la vapeur à la marine militaire.

(Renvoi à la Commission nommée pour juger les pièces adressées à ce concours.)

M. OUTRERLEY adresse une « Notice sur les mesures de préservation prises à Batna pendant le choléra de 1867 et sur leurs résultats ».

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

CORRESPONDANCE.

M. LE SECRÉTAIRE PERPÉTUEL signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une brochure de *M. Eudes Deslongchamps*, portant pour titre « Notes su les Téléosauriens », et une brochure de *M. Eugène Deslongchamps*, intitulée « Notes paléontologiques, 3e et 4e articles ».

2° Diverses brochures de *M. Ch. Des Moulins*, extraites des Actes de la Société linnéenne de Bordeaux.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la méthode de* Huyghens *pour calculer les logarithmes*. Note de **M. FÉDOR THOMAN**, présentée par M. Bertrand.

« Soit N le nombre dont on cherche le logarithme et soit

$$\sqrt[n]{N} = f \quad \text{et} \quad \sqrt{f} = g = 1 + \omega,$$

on aura

$$N = (1+\omega)^{2n} \quad \text{et} \quad \log N = 2n\omega\left(1 - \frac{\omega}{2} + \frac{\omega^2}{3} - \frac{\omega^3}{4} + \ldots\right);$$

mais $f = (1+\omega)^2$, donc

$$\left(1 - \frac{1}{f}\right) = 2\omega\,\frac{1+\frac{\omega}{2}}{(1+\omega)^2} \quad \text{et} \quad 2\omega = \left(1 - \frac{1}{f}\right)\frac{(1+\omega)^2}{1+\frac{\omega}{2}}.$$

En substituant cette valeur de (2ω) dans la formule de $\log N$, on obtient

$$\log N = n\left(1 - \frac{1}{f}\right)\left(1 + \omega - \frac{\omega^2}{6} + \frac{\omega^4}{30} - \frac{\omega^5}{30} + \frac{11\omega^6}{420} - \frac{2\omega^7}{105} + \ldots\right).$$

» Cela posé, Huyghens cherche une *expression algébrique* fractionnaire

qui, par son développement en série, donne les cinq premiers termes de la série en parenthèse. De plus, comme il y a une infinité de solutions possibles, Huyghens choisit une expression du second degré par rapport à ω, ou du premier degré par rapport à f et g, telle que

$$\frac{\alpha(1+\omega)^2}{1+\omega+\beta\omega^2}+\gamma(1+\omega+\delta\omega^2)=1+\omega-\frac{\omega^2}{6}+\frac{\omega^4}{30}-\frac{\omega^5}{30}\pm\ldots,$$

d'où

$$\alpha=\frac{10}{27},\quad \beta=\frac{3}{10},\quad \gamma=\frac{17}{27},\quad \delta=-1,$$

et

$$\frac{10}{27}\frac{(1+\omega)^2}{1+\omega+\frac{3\omega^2}{10}}+\frac{17}{27}(1+\omega-\omega^2)=1+\omega-\frac{\omega^2}{6}+\frac{\omega^4}{30}-\frac{\omega^5}{30}+\frac{7\omega^6}{300}-\frac{4\omega^7}{300}+\ldots;$$

et, puisque $g=1+\omega$ et $f=g^2$, on aura

$$\frac{200f}{3+3f+4g}-(3+3f-40g)=54\left(1+\omega-\frac{\omega^2}{6}+\frac{\omega^4}{30}-\frac{\omega^5}{30}+\frac{7\omega^6}{300}-\ldots\right).$$

Par conséquent, si l'on représente par Q la série en parenthèse, on aura

$$\log N=\left(1-\frac{1}{f}\right)\frac{nQ}{54},$$

exact jusqu'au sixième terme.

» On aura de même, pour tout autre nombre A, en posant $a=\sqrt[n]{A}$, $b=\sqrt{a}$ et $P=\frac{200a}{3+3a+4b}-(3+3a-40b)$,

$$\log A=\left(1-\frac{1}{a}\right)\frac{nP}{54},$$

par conséquent, pour un système quelconque de logarithmes,

$$\frac{\log N}{\log A}=\frac{1-\frac{1}{f}}{1-\frac{1}{a}}\frac{Q}{P}=\frac{\left(1-\frac{1}{f}\right)aQ}{(a-1)P}.$$

» Huyghens applique sa méthode aux logarithmes vulgaires et cherche les racines en extrayant six fois consécutivement la racine carrée du nombre donné; il obtient alors

$$a=\sqrt[32]{10}=1,07460\ldots,$$
$$b=\sqrt{a}=1,03663\ldots,$$
$$P=\frac{214,9214\ldots}{10,37035\ldots}+35,2415=55,966\ldots;$$

donc

$$(a-1)P = 4,17550\ldots$$

et

$$\log N = \left(1 - \frac{1}{f}\right)\frac{aQ}{4,17550\ldots}.$$

La constante de Huyghens est

$$4,17550\,94431\,16778 = \left[\frac{200\sqrt[32]{10}}{3+3\sqrt[32]{10}+4\sqrt[64]{10}} - (3+3\sqrt[32]{10}-40\sqrt[64]{10})\right](\sqrt[32]{10}-1).$$

» Soit proposé de trouver le logarithme de 2, on cherche

$$f = \sqrt[32]{2} = 1,021897\ldots,\quad 1 - \frac{1}{f} = 0,021427\ldots,$$
$$g = \sqrt{f} = 1,010889\ldots,\qquad Q = 54,5869\ldots;$$

donc

$$aQ\left(1 - \frac{1}{f}\right) = 1,2569\ldots$$

et

$$\log 2 = \frac{1,2569\ldots}{4,1755\ldots} = 0,30102\,999567.$$

» Le résultat obtenu à l'aide de la formule et des constantes de Huyghens peut être exact à quinze chiffres, il le sera toujours à une unité du onzième chiffre au moins.

» En effet, puisque dans les facteurs en parenthèse on a substitué $\left(\frac{7\omega^6}{300} - \ldots\right)$ à $\left(\frac{11\omega^6}{420} - \ldots\right)$, les valeurs de P et de Q seront trop petites de $\left(\frac{\omega^6}{350} - \ldots\right)$.

» Mais comme on peut toujours supposer N entre 1 et 10, l'erreur relative du dénominateur sera $< 0,0^{11}47$, et celle du numérateur sera moindre; par conséquent le résultat obtenu sera trop grand. Si N est près de l'unité, l'erreur sera à son maximum et pourra être d'une unité du onzième chiffre décimal (comme dans l'exemple de Huyghens); à mesure que le nombre N augmente, l'erreur diminue et finit par devenir nulle, et le logarithme sera exact à une unité du quinzième ordre. »

ASTRONOMIE. — *Mémoire sur une méthode pour déterminer la distance de quelques étoiles, ou du moins une limite supérieure de cette distance; par* **M. Ch. Dufour.**

« Les *Comptes rendus* du 2 mars 1868 contiennent une Note remarqua-

ble du P. Secchi sur les conséquences qui doivent résulter du déplacement rapide d'un luminaire.

» Depuis longtemps déjà, je m'étais préoccupé de cette question, pensant que l'on pourrait trouver là un moyen de déterminer la distance de quelques étoiles, ou du moins d'indiquer un maximum de distance en deçà de laquelle ces astres doivent nécessairement se trouver placés. Seulement, ne songeant pas à y appliquer le spectroscope, et cherchant seulement à apprécier une différence de vitesse par la différence de couleur qui en résulterait, j'arrivai facilement à reconnaître que ce procédé révélerait seulement des différences de vitesse prodigieuses, probablement bien supérieures à celles qui existent en réalité.

» Mais puisque le P. Secchi indique un moyen plus sensible pour apprécier les différences de vitesse des ondes lumineuses, on pourrait peut-être alors utiliser cette idée pour déterminer la distance de quelques étoiles doubles.

» Supposons en effet un satellite dont le plan de l'orbite passe par notre système solaire. Quand ce satellite s'approche de nous, les ondes lumineuses qu'il nous envoie dans l'unité du temps sont plus nombreuses que celles que nous recevons quand ce satellite a fait une demi-révolution et qu'il s'éloigne de notre globe. Maintenant, si par la nature des ondes lumineuses on peut apprécier cette différence, on connaîtra la vitesse absolue du satellite dans son orbite; il sera possible alors de déterminer en kilomètres la longueur de cette orbite, et partant la distance de l'étoile satellite à l'étoile principale. Or quand on connaît l'angle sous lequel nous apparaît cette distance et le rayon de l'orbite, il est facile d'en conclure la distance de l'étoile à la Terre.

» Mais, si l'on ne constate aucune différence dans les ondes lumineuses suivant que le satellite se rapproche ou s'éloigne, on peut en conclure alors une distance maximum qui dépasse assurément la distance réelle de l'étoile.

» Ainsi comme exemple, admettons pour un instant que le plan de l'orbite du satellite de γ de la Vierge passe par notre Soleil, ce qui est à peu près vrai, et admettons aussi qu'avec les beaux moyens d'investigations du P. Secchi, on constate que la lumière n'a pas une différence de vitesse de 304 kilomètres par seconde suivant que l'étoile se rapproche ou s'éloigne de nous, on en conclura que, dans son orbite, elle ne parcourt pas 152 kilomètres par seconde. Or, pour une étoile qui accomplit sa révolution en 629 ans, si la vitesse par seconde était de 152 kilomètres, la circonférence de son orbite serait de 3 015 000 000 000 kilomètres; et en faisant abstraction de l'excentricité de cette orbite, son rayon serait de 479 808 000 000 kilo-

mètres. Or ce rayon nous apparaît sous un angle de 12",1. Donc la distance de cette étoile à la Terre serait un nombre de kilomètres exprimé par 8180 suivi de 12 zéros. En comptant sa vitesse à 300 000 kilomètres par seconde, la lumière resterait 864 ans pour venir de cette étoile à nous.

» C'est beaucoup, probablement beaucoup trop, mais puisqu'au moyen des parallaxes on peut indiquer une distance au delà de laquelle l'étoile se trouve certainement, il serait assurément fort intéressant d'arriver, par des considérations d'un autre ordre, à une distance au delà de laquelle elle ne se trouve certainement pas.

» D'ailleurs ces chiffres pourraient probablement être réduits pour d'autres étoiles, et réduits même pour celle-là, si l'on arrive à perfectionner encore le procédé indiqué par le P. Secchi.

» Arago indique bien un moyen pour arriver à fixer un maximum de distance des étoiles doubles, en considérant le temps qui s'écoule entre la conjonction supérieure et la conjonction inférieure du satellite; mais l'observation exacte de ces conjonctions doit être fort difficile, l'excentricité de l'orbite peut causer ici des erreurs énormes, et je crois que dans tous les cas on arriverait à un résultat beaucoup plus incertain que par le procédé que j'ai signalé plus haut. »

CHIMIE. — *Sur un nouveau composé de platine.* Note de **M. P. Schützenberger**, présentée par M. Balard.

« J'ai cherché à réaliser la synthèse de l'oxychlorure de carbone sans l'intervention de la lumière; à cet effet, j'ai fait passer un mélange d'oxyde de carbone (pur) et de chlore secs sur de la mousse de platine chauffée vers 400 degrés. Dans ces conditions on constate la formation de quantités notables d'oxychlorure de carbone, mais le platine intervient autrement que par action de présence. Il se produit un composé platinique solide et volatil, qui est entraîné par le courant gazeux et qui peut être recueilli, sous forme d'une poudre floconneuse jaune clair, dans la partie froide du tube où se fait l'expérience et dans des ballons tubulés faisant suite. Comme le composé platinique se détruit à une température peu supérieure à celle qui lui donne naissance, il importe pour la réussite que le courant d'oxyde de carbone soit rapide, pour entraîner le corps à mesure de sa formation. Le nouveau produit fond à environ 150 degrés en donnant un liquide jaune foncé, transparent, se figeant par le refroidissement en une masse cristalline jaune. Dans quelques expériences, j'ai obtenu un pro-

duit analogue, mais fondant vers 125 degrés, ce qui tend à prouver que la substance n'est pas homogène. A une température de 350 à 400 degrés il bout et distille, mais en se décomposant en grande partie en platine métallique et en acide chloroxycarbonique. L'eau le décompose immédiatement, *à froid*, en produisant une effervescence d'acide carbonique; en même temps il se sépare une poudre noire très-divisée, et le liquide filtré, parfaitement incolore et ne contenant pas de platine, donne les réactions d'une solution d'acide chlorhydrique. La poudre noire est du platine pur (représentant la totalité du platine du corps) sous forme de noir doué d'un grand pouvoir catalytique, mais différent du noir ordinaire, en ce qu'il se convertit au-dessous du rouge, quelquefois *avec incandescence*, en platine *très-cohérent*, gris métallique.

» Le mode de production et de décomposition de ce corps sous l'influence de la chaleur et de l'eau ne laisse aucun doute sur sa constitution. C'est un composé de platine, de chlore et d'oxyde de carbone.

» La formule la plus simple serait

$$(\mathrm{CO})_{''}\mathrm{Pt}_{\mathrm{IV}}\mathrm{Cl}^2 \quad (1),$$

donnant par la chaleur

$$\mathrm{CO\,Pt\,Cl}^2 = \mathrm{CO\,Cl}^2 + \mathrm{Pt},$$

et avec l'eau

$$\mathrm{CO\,Pt\,Cl}^2 + \mathrm{H}^2\mathrm{O} = 2\,\mathrm{ClH} + \mathrm{CO}^2 + \mathrm{Pt}.$$

(Théorie : $\mathrm{Pt} = 66,55$, $\mathrm{Cl} = 23,90$, $\mathrm{C} = 4,05$.)

L'analyse n'a pas confirmé cette formule. Exécutée sur un produit cristallisé dans le tétrachlorure de carbone et très-pur d'apparence, elle a donné

$$\mathrm{Pt} = 63,5, \quad \mathrm{Cl} = 22,9, \quad \mathrm{C} = 5,35,$$

nombres qui conduisent à la formule

$$(\mathrm{CO})^3\,\mathrm{Pt}^2\,\mathrm{Cl}^4.$$

(Théorie : $\mathrm{Pt} = 63,5$, $\mathrm{Cl} = 22,9$, $\mathrm{C} = 5,8$.)

» La formule précédente peut s'écrire

$$\mathrm{CO\,Pt\,Cl}^2 + \mathrm{C}^2\mathrm{O}^2\,\mathrm{Pt\,Cl}^2.$$

D'après cela, dans la décomposition par l'eau, il doit se dégager, ou bien un mélange d'acide carbonique et d'oxyde de carbone comme le montre l'équation

$$(\mathrm{CO})^3\,\mathrm{Pt}^2\,\mathrm{Cl}^4 + 2\,\mathrm{H}^2\mathrm{O} = 4\,\mathrm{ClH} + \mathrm{Pt}^2 + 2\,\mathrm{CO}^2 + \mathrm{CO};$$

(1) $\mathrm{C} = 12$, $\mathrm{O} = 16$, $\mathrm{Pt} = 197$.

ou bien il se dégage de l'acide carbonique pur, et le liquide doit retenir de l'acide oxalique comme le montre l'équation

$$(CO)^3Pt^2Cl^4 + 2H^2O = 4ClH + CO^2 + Pt^2 + C^2H^2O^4.$$

» En analysant le gaz séparé spontanément par l'action de l'eau, j'y ai trouvé des quantités notables d'oxyde de carbone qui n'étaient cependant pas assez grandes pour justifier la première équation.

» Quant à l'acide oxalique je me réserve d'en rechercher ultérieurement la présence. L'analyse précédente se rapporte à des cristaux obtenus après un premier épuisement de la masse brute par le chlorure de carbone. Les cristaux obtenus après plusieurs épuisements contiennent moins de platine et m'ont donné 60,87 pour 100, puis un minimum de 58 pour 100 de platine, ce qui indiquerait une condensation plus avancée de l'oxyde de carbone. Il reste donc là un point à éclaircir, ce que je ferai dans une prochaine communication. Peut-être même le composé

$$(CO)^3Pt^2Cl^4$$

n'est-il qu'un mélange en proportions atomiques de

$$CO\,PtCl^2$$

et de

$$(C^2O^2)\,PtCl^2,$$

ou de

$$3[(CO)\,PtCl^2] \quad \text{avec} \quad (CO)^3\,PtCl^2.$$

» J'ai été secondé dans ces expériences par M. Naudin, que je remercie de son utile concours. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Action des solutions salines sur les minéraux.* Note de **M. Terreil**, présentée par M. Fremy.

« J'étudie déjà depuis longtemps l'action des différentes solutions salines sur les minéraux, dans le but de trouver des méthodes d'analyse immédiate permettant d'apprécier leur constitution.

» Je me propose de faire connaître à l'Académie les résultats que j'ai déjà obtenus dans cette direction ; la Note que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui a principalement pour objet l'étude de l'action des sels ammoniacaux sur les carbonates naturels.

» La baryte, la strontiane et la chaux carbonatées sont facilement décomposées par les sels ammoniacaux en dissolution, à l'exception toutefois

du carbonate d'ammoniaque qui laisse ces corps à l'état de carbonates. La décomposition est plus rapide lorsque l'acide du sel donne naissance, avec la base du carbonate, à un composé soluble. Le carbonate de baryte est plus facilement attaqué que le carbonate de strontiane, et ce dernier plus facilement que la chaux carbonatée.

» Je sépare la baryte de la strontiane en traitant les deux carbonates par un mélange de chlorhydrate et de chromate d'ammoniaque : la strontiane entre en dissolution, et la baryte reste insoluble sous la forme de chromate.

» J'opère la séparation de la chaux, de la baryte et de la strontiane, avec le sulfate d'ammoniaque qui transforme les trois carbonates en sulfates : le sulfate de chaux, qui est plus soluble dans le sel ammoniacal que dans l'eau, se dissout, tandis que les sulfates de baryte et de strontiane restent insolubles.

» Le carbonate de magnésie est rapidement attaqué par les sels ammoniacaux, même par le carbonate d'ammoniaque, qui le dissout, quoique lentement; ce caractère permet de séparer la magnésie des bases précédentes, en traitant le mélange de ces carbonates par du chlorhydrate et du carbonate d'ammoniaque; ce dernier sel doit être remplacé à mesure qu'il se volatilise.

» Le manganèse carbonaté se comporte avec les sels ammoniacaux comme le carbonate de magnésie, ce qui rend assez difficile la séparation de ces deux bases par simple dissolution; j'y arrive cependant en ajoutant de temps en temps quelques gouttes de sulfhydrate d'ammoniaque à la solution bouillante des deux carbonates dans le sel ammoniac; le sulfure de manganèse se précipite alors presque complétement.

» Je dois rappeler ici que, lorsqu'on veut constater la présence du manganèse par le sulfhydrate d'ammoniaque, dans une liqueur contenant un excès de sels ammoniacaux, le sulfure de manganèse ne se précipite qu'autant que l'on soumet la liqueur à une ébullition prolongée; il résulte de mes observations que, de tous les sels ammoniacaux, l'oxalate est celui qui s'oppose le plus à la précipitation du sulfure de manganèse.

» Le carbonate de fer naturel se transforme en sel de fer sous l'influence des sels ammoniacaux; la décomposition est plus lente à s'opérer que pour les carbonates précédents; on obtient dans cette circonstance des sels de fer au minimum d'oxydation; si l'on fait bouillir, par exemple, du fer spathique en poudre fine avec du sel ammoniac, on obtient une solution incolore qui donne avec le ferrocyanure de potassium un précipité blanc.

» Le zinc carbonaté se dissout dans tous les sels ammoniacaux, à l'ex-

ception toutefois du sulfhydrate qui ne dissout pas le carbonate de zinc, même en présence de l'ammoniaque libre ou carbonatée; ce caractère permet de distinguer le zinc et de le séparer des bases alcalino-terreuses.

» La séparation du zinc, de la magnésie et du manganèse ne peut s'effectuer dans ce cas qu'en présence du phosphate d'ammoniaque et de l'ammoniaque libre.

» Le plomb carbonaté est facilement décomposé par les sels ammoniacaux : le chlorhydrate d'ammoniaque le transforme en chlorure qui cristallise par le refroidissement.

» Le plomb peut être séparé de cette manière des bases alcalino-terreuses et de la magnésie par le sulfhydrate d'ammoniaque; on le sépare du manganèse, du fer, du zinc et du cuivre par le sulfate d'ammoniaque.

» Le cuivre carbonaté vert (malachite) et le cuivre carbonaté bleu (azurite) se dissolvent dans les sels ammoniacaux, même en présence de l'ammoniaque libre ou carbonatée; l'azurite est attaquée plus rapidement que la malachite.

» L'action des sels ammoniacaux sur les carbonates naturels peut donc se résumer ainsi :

» Tous les sels ammoniacaux en dissolution décomposent les carbonates naturels, en raison de la volatilité du carbonate d'ammoniaque qui se produit par double décomposition; l'acide du sel ammoniacal s'unit à la base du carbonate, même quand cet acide doit former avec la base un composé insoluble.

» On voit, par ce qui précède, qu'en traitant les carbonates naturels réduits en poudre fine, par des solutions chaudes de sels ammoniacaux, choisis et mélangés de telle sorte que leurs acides puissent former, avec les bases des carbonates, des composés solubles et insolubles, on peut séparer ces bases les unes des autres et faire ainsi l'analyse des carbonates naturels.

» Je traiterai, dans une autre communication, de l'analyse des oxydes, des sulfures, des arséniures et des silicates par les solutions salines neutres. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Des conditions anatomiques de la fonction salivaire sous-maxillaire chez les édentés.* Note de **M. G. Pouchet**, présentée par M. Ch. Robin.

« La fonction salivaire sous-maxillaire a surtout été étudiée chez les animaux domestiques, et en particulier sur le chien. L'anatomie comparative

du même appareil dans plusieurs espèces d'édentés, en nous offrant des conditions organiques spéciales, nous a convaincu que la sécrétion et l'excrétion salivaire dans ce groupe d'animaux présentaient d'importantes modifications fonctionnelles.

» Les conduits excréteurs des glandes sous-maxillaires des édentés sont très-larges; ils sont doubles pour chaque glande. Chez les tatous, ils présentent, au sortir de l'organe, un renflement volumineux décrit depuis longtemps comme une vessie salivaire, mais sans qu'on ait signalé la particularité la plus intéressante de son histoire. Les parois de cette vessie sont tapissées par des faisceaux musculaires de la vie animale. Ceux-ci se détachent du muscle mylo-hyoïdien et se contournent sur le réservoir à la manière de certaines fibres spirales du cœur, avec cette différence toutefois que ce sont ici des faisceaux striés à gaîne de myolème comme dans tous les muscles soumis à la volonté. Des valvules empêchent le reflux de la salive vers l'organe.

» Chez les fourmiliers, et en particulier chez le tamanoir, il n'y a ni vessie salivaire proprement dite, ni valvules. Les conduits excréteurs considérablement dilatés dans toute leur étendue jouent le rôle de réservoirs; un appareil de constriction spécial tient lieu de valvules, et quant à l'agent qui intervient pour expulser la salive, c'est le muscle mylo-hyoïdien tout entier, secondé par la langue.

» Au sortir de l'énorme glande sous-maxillaire du tamanoir, le double conduit excréteur est embrassé en avant par une sorte d'écharpe musculaire qu'on peut regarder comme une dernière portion du mylo-hyoïdien. En arrière, au même niveau, existe une bride tendineuse épaisse que commandent deux muscles à ses extrémités. La disposition des parties est telle, que le muscle et le tendon, sollicités en sens inverse, peuvent faire subir aux deux conduits excréteurs en ce point, une constriction énergique, dont l'effet sera d'empêcher le reflux de la salive vers la glande quand les conduits seront comprimés en avant de cette barrière. La salive en effet, si épaisse, n'est versée dans la cavité buccale que par un pertuis où deux soies de sanglier peuvent à peine s'engager. Il est évident qu'à raison du diamètre considérable des conduits comparé au diamètre de cet orifice, toute pression sur un point quelconque du réservoir se transmettrait énergiquement vers la glande.

» Le muscle mylo-hyoïdien en se soulevant tend à comprimer les conduits en avant de l'appareil constricteur. Son action en cela est favorisée par une disposition spéciale qu'offre la langue des fourmiliers. En étudiant

la texture de cet organe si prodigieusement mobile, si alimenté de sang, que l'artère principale y occupe une place proportionnellement égale à celle de l'humérus au milieu du bras, on est frappé de ce fait que cette langue, dans l'état de repos ou de relâchement moyen de ses fibres, doit dépasser de beaucoup les lèvres. C'est ainsi, au reste, que la plupart des individus de l'espèce tamandua ou didactyle arrivent dans l'alcool. La langue du tamanoir, nous l'avons vu, peut saillir de $0^m,20$ au moins. Dans ce cas elle mesure de la pointe à ses attaches les plus lointaines dans la poitrine, 1 mètre de long. Or, le maximum de contraction possible de ses fibres longitudinales calculé d'après cette donnée, pourrait, à la rigueur, ramener la langue en arrière des lèvres; mais elle en ressortirait dans le repos sous une combinaison mécanique particulière à ces animaux. MM. Verreaux voulurent bien mettre à notre disposition un jeune tamandua en chair dont la langue était restée incluse. La voûte palatine enlevée laissa voir la langue deux fois reployée à sa base sur elle-même. Il n'est pas douteux que l'organe ainsi contourné, arc-bouté contre la voûte palatine, ne soit pour le muscle mylo-hyoïdien un antagoniste puissant, et ne contribue, par ses mouvements, à l'écoulement de cette salive de consistance gommeuse à travers l'étroit orifice qui lui donne passage.

» Chez les fourmiliers, comme chez les tatous, l'*émission* de la salive paraît donc être essentiellement dans la dépendance de l'encéphale et directement soumise à la volonté. L'organe sécréteur lui-même subit dans le tamanoir des influences nerveuses plus complexes que chez les animaux domestiques qui ont servi aux belles expériences de M. Cl. Bernard et aux recherches plus récentes de M. Bidder. Le ganglion sous-maxillaire, centre nerveux de la glande, a un volume proportionné à l'organe. Il est étoilé, ramifié. Il envoie de toutes parts, dans la glande, des filets gris très-gros qui remontent le long des conduits excréteurs. Quoique l'influence dite *motrice* de la corde du tympan n'arrive qu'indirectement à la glande par le ganglion, le volume extraordinaire de celle-là pouvait donner à penser que la corde aurait une grosseur notable : il n'en est rien. Le filet qui unit le nerf lingual au ganglion est également très-grêle; mais, d'autre part, le ganglion donne en dedans un nerf blanc, rappelant par l'aspect et le volume un cordon interganglionnaire du grand sympathique, sans ramifications, sans anastomoses, innominé, qui va à travers les muscles de l'hyoïde se jeter en partie dans le *plexus tonsillaire* d'Andersch, muni chez le tamanoir de renflements ganglionnaires, et en partie se continuer largement avec le nerf glosso-pharyngien. Le plexus tonsillaire, de son côté, est directement

relié par un filet qui monte le long de la carotide, au facial, immédiatement à sa sortie du crâne.

» Il résulte de ces dispositions que le ganglion sous-maxillaire du tamanoir est relié au facial par deux voies distinctes : le filet carotidien du plexus tonsillaire et la corde du tympan. Il résulte surtout de l'existence de ce nerf innominé considérable, que la glande est dans une certaine mesure sous la dépendance du glosso-pharyngien. En quoi ? C'est ce que des expériences seules pourront apprendre. Mais l'anatomie comparative, en nous montrant cette relation si largement établie chez le tamanoir, ne nous permet guère de douter qu'elle existe d'une manière constante, quoique moins accentuée, chez la plupart des mammifères. C'est une donnée dont la physiologie devra tenir compte à l'avenir dans la théorie de la fonction salivaire sous-maxillaire. »

ZOOLOGIE. — *Sur la nouvelle détermination d'un type spécifique de race chevaline à cinq vertèbres lombaires.* Note de **M. A. Sanson**, présentée par M. Robin.

« Des recherches poursuivies depuis plusieurs années, sur la constitution du squelette dans les divers genres de mammifères domestiques, m'ont permis d'établir que les dispositions fondamentales de la charpente osseuse des animaux se reproduisent, dans la suite des générations, avec une persistance de forme qui m'a paru être la loi de leur existence. Les formes extérieures de l'animal et sa couleur peuvent varier dans de certaines limites, suivant les circonstances, que l'industrie humaine, en ce qui concerne les espèces domestiques, a coordonnées en méthodes appelées *zootechniques*, pour les faire tourner à son profit : la figure de chacun des os du squelette ne change pas. Cette figure est permanente dans l'espace et dans le temps, du moins pour la période énorme que nos observations peuvent embrasser, et c'est elle qui caractérise le type naturel ou l'espèce de l'animal, qui se perpétue dans sa race.

» En étudiant les galeries ostéologiques du Muséum d'Histoire naturelle de Paris, au moment où je m'occupais de la constitution du rachis chez les espèces du genre *Sus*, je m'étais aperçu que plusieurs squelettes de chevaux étiquetés arabes n'avaient que cinq vertèbres lombaires, au lieu de six, qui est le nombre normal chez nos espèces de l'Europe occidentale. Le fait me frappa vivement, et je le mentionnai à la fin d'une Note présentée à l'Académie (*Comptes rendus*, t. LXIII, p. 843), en me réservant d'en pour-

suivre l'examen, et dans l'intention de provoquer la communication d'observations analogues, pour les contrôler. Dès lors, cependant, ma conviction était faite. Avec l'idée que j'avais des lois naturelles, en général, et de celle des types spécifiques de races en particulier, il ne m'était guère permis d'admettre que les squelettes que j'avais sous les yeux pussent n'être que des exceptions. Les prétendues exceptions, en pareil cas, ne sont que l'expression d'une loi encore indéterminée. Je ne connaissais pas encore alors l'état de la science en Allemagne sur la question. En exposant, dans mon Mémoire, cet état, je montre que le fait dont il s'agit était parfaitement connu, et depuis longtemps, de l'autre côté du Rhin. Ma tâche ne pouvait donc consister qu'à tirer de ce fait les conséquences qu'il contient, en dégageant la loi qu'il exprime, c'est-à-dire en déterminant d'une manière précise le type naturel ou l'espèce des sujets qui avaient été observés avant moi. Avec le concours de l'Association scientifique de France, je me suis rendu à Stuttgard, où sont conservés, dans le Musée de l'École vétérinaire, plusieurs squelettes authentiques de ce type, ayant appartenu à des étalons du haras du roi de Wurtemberg, et dont chacun a un nom et une histoire. Grâce au bienveillant accueil de MM. les professeurs Hering et Fricker, grâce surtout à l'extrême obligeance de ce dernier, j'ai pu étudier ces squelettes, les mesurer et les photographier. Leurs photographies sont jointes à mon Mémoire, et j'appelle particulièrement l'attention sur celles qui représentent la région lombaire du rachis, encore fraîche et munie de ses liens naturels, et le crâne de l'étalon *Ramdy*, mort récemment au haras du roi. On y verra nettement les caractères distinctifs du type que je décris et dont je crois avoir déterminé la caractéristique.

» Les observations authentiques que j'ai pu recueillir là et ailleurs, et que j'expose en détail, forment un total de quatorze, auxquelles viennent s'en joindre d'autres, qui me paraissent révéler les effets du croisement de ce type avec les autres, ce que j'ai cherché à établir par la discussion de ces observations, discussion qui m'a conduit à formuler les conclusions suivantes :

» 1° Il existe, dans les contrées orientales, deux types spécifiques de race du genre *Equus*, confondus jusqu'ici sous la désignation unique de cheval arabe ou oriental;

» 2° Ces deux types se distinguent à la fois par leurs caractères crâniologiques, et par le nombre ainsi que par les caractères propres des pièces de leur rachis, en outre des particularités moins importantes des autres parties de leur squelette;

» 3° Brachycéphales tous les deux, l'un a le frontal disposé suivant une surface plane, les os propres du nez rectilignes, et six vertèbres lombaires dans le rachis, avec sept cervicales, dix-huit dorsales et cinq sacrées; l'autre a le frontal disposé suivant une surface convexe ou bombée, les os propres du nez légèrement curvilignes, et cinq vertèbres lombaires seulement dans le rachis, également avec sept cervicales, dix-huit dorsales et cinq sacrées; et les vertèbres lombaires de celui-ci ne diffèrent pas seulement des autres par leur nombre moindre, elles s'en distinguent encore par la forme de leurs apophyses transverses et par leur disposition dans la série;

» 4° Les deux types orientaux paraissent avoir des origines géographiques distinctes, comme ils sont évidemment issus de deux souches différentes;

» 5° Le type oriental à six vertèbres lombaires appartiendrait, dans l'hypothèse, au continent asiatique; le type à cinq vertèbres lombaires, au continent africain, comme les autres types du même genre connus pour n'avoir, eux non plus, que cinq de ces vertèbres, tels que l'âne et les zébrides en général, admis par les naturalistes à titre d'espèces distinctes;

» 6° La réalité et la puissance naturelle d'hérédité du type spécifique de race chevaline à cinq vertèbres lombaires, nouvellement déterminé, s'affirment même par les anomalies du rachis qui ont été observées et dont elles donnent l'explication; ces anomalies ne paraissent être que le résultat d'un conflit de l'hérédité physiologique, dans le croisement de ce type avec l'un des autres déjà connus. »

GÉOLOGIE. — *Observations relatives à une communication précédente de* MM. Martins et Collomb, *sur le phénomène erratique de la vallée d'Argelès; par* **M. Leymerie.**

« MM. Martins et Collomb, dans leur Mémoire sur le phénomène erratique de la vallée d'Argelès, ne laissent aucune part à l'action des courants diluviens, qui cependant ont joué évidemment un grand rôle dans nos vallées, et dont l'existence serait d'ailleurs une conséquence de celle des neiges et des glaces qui ont pu jadis couvrir les Pyrénées.

» Je me bornerai à faire quelques objections à l'égard de l'assertion qui concerne le puissant dépôt de transport qui bouche, pour ainsi dire, la vallée au nord de Lourdes. Les auteurs le considèrent comme une moraine terminale, tandis que j'y vois un produit de l'ancien gave, devenu diluvien par la fonte des neiges et des glaces extraordinaires.

» J'ai eu plusieurs fois l'occasion de traverser et d'étudier ce dépôt qui m'a toujours paru composé essentiellement de cailloux *roulés* (1). D'un autre côté, ce puissant amoncellement de matériaux de transport se lie évidemment à l'extension considérable que prend la vallée de l'Adour, vers le parallèle d'Ossun, pour former la belle plaine de Tarbes. Il faut remarquer, en effet, que cette largeur exceptionnelle se porte exclusivement à l'ouest, au débouché du vallon d'Adé, et il me paraît difficile de ne pas admettre que ce vallon, qui d'ailleurs se trouve exactement dans la direction méridienne de la vallée d'Argelès, a servi de canal pour les apports diluviens du gave qui devait déboucher dans la plaine au nord d'Adé, non loin d'Ossun. L'engorgement du vallon par les matériaux que le torrent y avait apportés aurait mis, plus tard, obstacle à son écoulement dans ce sens. Dès lors il aurait été forcé de se couder à Lourdes pour se frayer un passage, son lit actuel, dans la gorge de Saint-Pé qu'il avait antérieurement encombrée de cailloux et de blocs. La disposition, en terrasses descendantes du nord au sud, du massif de transport qui bouche actuellement le vallon d'Adé en face de Lourdes, s'explique très-bien dans notre hypothèse par les affouillements successifs du gave, qui, en se retirant par la force des choses, a dû ne céder le terrain que pied à pied pour ainsi dire, en faisant, pour le reprendre, plusieurs tentatives marquées chacune par un talus d'érosion.

» La première idée de cette explication a été émise par Palasson dans son important Mémoire sur les atterrissements sous-pyrénéens. Je n'ai fait que la reprendre avec quelques modifications et la développer, en 1861, dans un travail intitulé *Mémoire sur le terrain diluvien de la vallée de l'Adour*. Pour expliquer la présence des blocs erratiques dans la même région, ne pourrait-on se servir de glaces flottantes ?

» L'état de choses qui vient d'être indiqué pour la vallée du gave se remarque d'ailleurs dans plusieurs vallées importantes, à l'endroit où elles viennent déboucher dans la plaine. C'est ainsi que la Neste se comporte lorsque, descendue de la vallée d'Aure, elle se trouve en face du puissant massif de transport (tertiaire) de Lanne Mezan. N'ayant pu réussir à l'en-

(1) On dit que, parmi ces cailloux, il en est qui sont striés; mais est-il bien certain que les petites rayures ou marques appelées improprement *stries*, ne puissent être l'effet d'un frottement entre matériaux diluviens? On dit que ces marques disparaissent par un lavage prolongé. Cette circonstance ne me paraît pas constituer une objection sérieuse : des cailloux qui viennent d'être rayés par une cause diluvienne peuvent très-bien être enfouis sous une masse de matériaux qui les préserverait de toute action ultérieure.

tamer, elle s'est frayé un passage latéral pour aller perdre, en se jetant dans la Garonne, ses droits à jouer dans le bassin sous-pyrénéen un rôle de premier ordre. Ses tentatives pour vaincre l'obstacle qui lui était opposé se manifestent d'une manière frappante par des traces d'affouillements, qui s'accusent même très-sensiblement sur les cartes de Cassini et du Dépôt de la Guerre. La Garonne elle-même entrait autrefois dans le bassin de Valentine par le col de Labroquère, où passe la route actuelle de Saint-Gaudens à Luchon, et ce n'est qu'après s'être bouché ce passage direct, par un amoncellement de cailloux, qu'elle s'est détournée à l'ouest pour entrer dans la gorge étroite qui conduit actuellement ses eaux à Mazères, en dehors du bassin qui est cependant, en très-grande partie, son ouvrage. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'éruption actuelle du Vésuve.* Note de **M. O. Silvestri**, présentée par M. Ch. Sainte-Claire Deville.

« Comme il a déjà été annoncé à l'Académie, l'éruption actuelle du Vésuve est une éruption du sommet; elle s'est maintenue dans les limites ordinaires d'intensité qui caractérisent les éruptions du sommet des volcans ou celles des petits volcans, qui sont, comme Stromboli, en activité presque permanente. Ce fait est conforme à la conclusion à laquelle est arrivé M. Ch. Sainte-Claire Deville, d'après la discussion de ses propres observations et d'après les documents qui lui ont été offerts par plusieurs savants, à savoir que le Vésuve était revenu aujourd'hui à cet état d'activité strombolienne, alternant avec la phase solfatarienne que l'on voit souvent se reproduire dans son histoire (1). Sur l'emplacement de l'ancien cratère central, il s'est formé un cône, de la base duquel des coulées de lave sont sorties dans diverses directions. Il n'y a pas de fissure sur les flancs de la montagne. Les coulées sont fort courtes; on en compte onze principales. La lave se présente sous des formes très-diverses; on la trouve à l'état compacte, à l'état de scorie et même avec une apparence arénacée; mais la forme scoriacée est très-dominante.

» La lave est d'un gris foncé presque noir, quelquefois elle est verdâtre ou rougeâtre à sa surface. La structure est cristalline; elle exerce une action énergique sur l'aiguille aimantée. La densité est représentée par les chiffres suivants :

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, séance du 25 novembre 1867.

Lave arénacée	2,7866	$t = 14^{\circ}$.
» scoriacée	2,4670	
» poreuse verdâtre	2,6695	
» compacte noire	2,8189	
» refondue artificiellement.	2,6980	

» L'analyse chimique de la lave compacte a donné les résultats suivants :

Silice	38,888
Alumine	14,127
Chaux	17,698
Protoxyde de fer	12,698
Protoxyde de manganèse	0,010
Magnésie	3,333
Soude	10,000
Potasse	1,190
Acide phosphorique, acide titanique, cuivre	traces.
Eau	2,063
	100,007

» Les autres variétés de laves ont sensiblement la même composition que celle-ci, à cette différence près que le fer y est ordinairement, en grande partie, passé à l'état de peroxyde. Dans tous les cas, il faut noter la grande abondance de la soude dans la composition générale. On n'y trouve ni iode, ni fluor, mais des proportions minimes des produits sublimés dans les fumerolles.

» Les proportions de matière soluble fournies par 100 parties de lave sont représentées par les nombres suivants :

Dans 100 parties de lave arénacée	0,293
» » scoriacée	0,184
» » compacte	0,099

» Les résidus des traitements de la lave par l'eau sont formés par des chlorures et des sulfates, qui représentent les quantités suivantes de chlore et d'acide sulfurique :

Dans 100 parties de lave arénacée	Chlore	0,1014
	Acide sulfurique.	0,0712
» » scoriacée	Chlore	0,0754
	Acide sulfurique	0,0350
» » compacte	Chlore	0,0600
	Acide sulfurique	0,0055

» L'éruption actuelle du Vésuve n'ayant présenté qu'une médiocre in-

tensité, et les coulées de lave ayant été très-courtes, on n'a pu observer qu'un nombre peu considérable de fumerolles. Lorsque j'ai pu visiter le théâtre de l'éruption, les coulées les plus développées étaient déjà presque entièrement refroidies à leur partie terminale; mais vers leur origine on trouvait encore des fumerolles de la première catégorie (fumerolles à chlorure de sodium). Ces fumerolles présentaient une température supérieure à celle de la fusion du zinc et donnaient d'abondantes sublimations sous forme de fumées épaisses offrant trois aspects différents; elles étaient ou blanches, ou gris-brunâtres, ou verdâtres; leur composition était la suivante :

Sublimations blanches	Chlorure de sodium	98,683
	» de potassium	1,317
	» de cuivre	traces.
		100,000
Sublimations gris-brunâtres	Chlorure de sodium	93,055
	» de potassium	1,100
	Oxydule de cuivre	5,855
		100,000
Sublimations verdâtres	Chlorure de sodium	97,960
	» de potassium	1,425
	Oxychlorure de cuivre	0,615
		100,000

» J'ai recueilli une quantité considérable de ces sublimations. Après en avoir dissous une forte proportion, j'ai opéré une série de cristallisations et j'ai réduit l'eau mère à un petit volume. J'y ai recherché alors la présence de l'iode et du brome; mais je ne les y ai pas trouvés. J'ai soumis aussi l'eau mère aux recherches spectrales, et je n'ai vu que les spectres du sodium, du potassium et du cuivre.

» L'analyse des gaz provenant de ces fumerolles m'a donné en moyenne :

Azote	86,24
Oxygène	13,76
Acide carbonique	traces.
	100,000

» En faisant passer la vapeur de ces fumerolles, à l'aide d'un aspirateur, dans un appareil condensateur environné de neige, j'ai obtenu un liquide incolore, à réaction acide.

» Enfin, j'ai fait une expérience semblable en condensant la fumée blanche de la plus grande coulée de lave qui descendait à l'est, du côté

d'Ottajano, et j'ai constaté, non sans difficulté, à cause de l'énorme chaleur du courant incandescent, que la fumée qui sort de la lave en fusion (1) présente une réaction sensiblement acide, qu'elle renferme de l'eau et les autres substances qui forment les sublimations des fumerolles de la première période de refroidissement des laves.

» Aujourd'hui, l'éruption est en voie de décroissance. Les observations rapportées ci-dessus ont été faites à la fin du mois de décembre, c'est-à-dire à l'époque du maximum d'activité. J'ai pu séjourner quelque temps tout près de l'enceinte éruptive, grâce à l'obligeante amitié de M. le professeur Palmieri, Directeur de l'Observatoire du Vésuve. »

M. Ch. Sainte-Claire Deville, en rendant hommage au dévouement de M. le professeur Silvestri et au mérite des intéressantes recherches qu'il vient de communiquer à l'Académie, désire présenter les réflexions suivantes :

« De ce que les fumerolles à chlorures alcalins, s'échappant de la lave incandescente, étudiées par M. Silvestri, lui ont donné, par leur condensation, de petites quantités de vapeurs d'eau acides, on n'est point en droit de conclure que, dans des conditions analogues, des fumerolles du même ordre ne sont jamais anhydres. Je tiens donc à rappeler que, lors de la grande éruption du Vésuve en 1855, j'ai, en plusieurs occasions et sur plusieurs points de la lave incandescente, constaté l'existence de fumerolles chlorurées, anhydres et non acides. Quelques-unes de ces expériences ont été faites en présence de MM. Palmieri, Mauget, Tissot, ancien élève de l'École Polytechnique, etc., qui ont reconnu l'absence absolue d'eau condensée dans des vases entourés d'un mélange réfrigérant, et dans lesquels avaient passé, durant plusieurs heures, les gaz des émanations auxquelles j'ai donné le nom de *fumerolles sèches*. J'ai montré, d'ailleurs, qu'une fumerolle sèche peut se transformer spontanément en fumerolle aqueuse et acide, et les sels déposés à l'orifice, jusqu'alors d'une blancheur éblouissante, prenaient alors ordinairement une légère teinte verdâtre, indice certain des sels de cuivre trouvés par M. Silvestri dans les émanations qu'il a examinées. »

---

(1) Cette lave, après solidification, forme une roche éminemment cristalline.

GÉOLOGIE. — *Étude des tremblements de terre de Céphalonie et de Mételin.* Note de **M. Fouqué**, présentée par M. Ch. Sainte-Claire Deville. (Deuxième Note.)

« Dans une précédente Note, j'ai signalé les particularités principales des deux tremblements de terre de Céphalonie et de Mételin. Au moment où ces deux catastrophes se sont produites, je me trouvais à Santorin, où m'avait amené pour la seconde fois l'étude de l'éruption qui dure encore aujourd'hui, et dont la bienveillance de l'Académie m'avait permis, un an auparavant, d'observer le début. J'ai pu me rendre promptement dans les deux localités ci-dessus indiquées, et arriver dans chacune d'elles peu de temps après le commencement des secousses, alors que de fréquentes commotions souterraines y faisaient encore vibrer le sol. Les faits observés conduisent aux considérations suivantes.

» Quand on compare les deux tremblements de terre en question, on remarque entre leurs effets de grandes différences. A Céphalonie, les villages ont été bien plus complétement ruinés qu'à Mételin, quoique en général ils fussent composés de maisons beaucoup mieux bâties. Dans certains villages, comme Riphi, Damoulianata, Skinea, Agia Thekla, la destruction a été telle, que chacun d'eux n'est plus qu'un monceau de décombres, et qu'aucun village de Mételin, même parmi les plus maltraités, ne présente une ruine aussi complète. Au contraire, la mortalité a été en sens inverse dans les deux îles. Le nombre des morts à Mételin a été de 700 environ, tandis qu'à Céphalonie il ne s'est pas élevé à 250. Ce résultat doit paraître encore plus surprenant si l'on songe que la population de Mételin n'est pas le quart de celle de Céphalonie, et si l'on considère que la première secousse de Mételin est arrivée à la fin de la journée, à une heure où un grand nombre de personnes étaient occupées au dehors de leurs habitations, tandis que celui de Céphalonie, survenu à six heures du matin, au commencement du mois de février, a surpris presque tous les habitants de l'île dans l'intérieur de leurs maisons (1).

(1) Voici quelques chiffres qui représentent la mortalité dans les localités les plus maltraitées :

Mételin : Athalona, village de 180 maisons, destruction complète, 80 morts; Acherona, village de 292 maisons, destruction complète, 60 morts; Colombdado, village de 130 maisons, destruction complète, 91 morts.

Céphalonie : Riphi et Damoulianata, villages composés ensemble de 220 maisons, destruction complète, 63 morts; Agia Thekla, village de 220 maisons, destruction complète, 41 morts; Skinea, village de 85 maisons, destruction complète, 14 morts.

» Ces faits, contradictoires en apparence, trouvent une explication rationnelle dans l'ordre et dans le degré d'intensité relatif des secousses principales des deux tremblements de terre.

» A Mételin, la première secousse a été très-forte, incomparablement plus violente que toutes celles qui l'ont suivie. Sa soudaineté et son intensité expliquent la grande mortalité qu'elle a causée. Les secousses postérieures n'ont eu que des effets négligeables.

» A Céphalonie, il y a eu dans la première journée trois secousses à peu près également fortes, mais la première a été beaucoup moins violente que celle de Mételin; aussi, bien qu'elle ait eu lieu à une heure où peu de personnes étaient encore sorties de leurs habitations, elle a fait beaucoup moins de victimes que la première secousse de l'autre tremblement de terre. Les deux secousses de 7 heures et de 10 heures ont trouvé tout le monde en alerte; les maisons étaient abandonnées; aussi ces deux nouvelles commotions ont-elles été très-peu meurtrières; en revanche, elles ont achevé de démolir et de jeter par terre les constructions ébranlées.

» Ainsi donc, les différences dans les effets observés à Mételin et à Céphalonie tiennent principalement à ce que, dans tout tremblement de terre, la mortalité dépend surtout de l'intensité de la première secousse, tandis que les dégâts matériels résultent à la fois de l'intensité et de la fréquence des secousses successives.

» Voyons maintenant si les faits observés à Céphalonie et à Mételin apportent quelque lumière nouvelle sur la cause des ébranlements séismiques.

» Nous savons déjà qu'à Céphalonie il n'existe aucune roche éruptive ancienne ou moderne, aucune trace de phénomène volcanique. Cependant, comme le sol de cette île est creusé de conduits souterrains dans lesquels l'eau de la mer s'engouffre près de la ville d'Argostati, on aurait pu penser que les ravinements opérés par ces courants dans les profondeurs des couches pouvaient y avoir amené des éboulements qui auraient été la cause des secousses; mais pendant le tremblement de terre il ne s'est produit aucun changement sensible dans la rapidité ou dans le volume des eaux près des bouches d'engouffrement; il semble, au contraire, y avoir eu indépendance complète entre les deux phénomènes, dont le siége était d'ailleurs distinct, puisque l'engouffrement des eaux s'opère sur la rive orientale du golfe de Lexouri, tandis que le centre d'ébranlement séismique était certainement au-dessous de la portion orientale de l'île, de l'autre côté du golfe.

» Quant à l'île de Mételin, le sol en est, en grande partie, formé par des roches d'origine éruptive; malgré cela, il ne s'y est produit aucun phénomène volcanique nouveau, on n'a observé nulle part aucune élévation extraordinaire de température, aucun dégagement de gaz ou de vapeurs. Les fentes que j'ai vues en plusieurs points, près du bord de la mer, au fond de la baie de Calonie, sont dues à des tassements dans le sol argileux de la plage, et l'eau qui en sort provient d'une sorte d'expression de l'humidité qui imbibe le sol. Les fentes assez nombreuses qui se sont produites dans la montagne, entre Acherona et Laphiona, n'ont rien non plus de particulier; elles se voient près du bord des ravins, et il est évident qu'elles sont produites par un affaissement du terrain causé par les secousses, et qui aurait pu tout aussi bien survenir à la suite des pluies, d'un dégel ou de toute autre cause semblable. J'en dirai autant de la chute de quartiers de roche souvent volumineux qui se sont, en beaucoup de points, détachés du sommet des montagnes, et qui ont roulé le long des pentes en brisant les arbres et labourant la surface du terrain. Ce sont là des effets du tremblement de terre, mais aucun de ces phénomènes n'est lié nécessairement à la cause des ébranlements du sol.

» Enfin, non-seulement il n'y a pas à Mételin apparition de phénomènes volcaniques nouveaux, mais encore les eaux minérales, qui sont assez communes dans l'île, et qu'on peut regarder comme des manifestations ultimes des puissantes éruptions de date anté-historique, n'ont elles-mêmes éprouvé aucune modification considérable, soit dans leur température, soit dans leurs autres propriétés. Les eaux chaudes de Therma et de Thermini, dans le district de Mételin, celle de Telonia, près de Molivo; les eaux froides et purgatives de Stipsi et de Loutra n'ont présenté aucun changement. L'eau chaude de Polychnitis a coulé plus abondamment sans varier sensiblement de température; celle de Trifti, près de Plumaria, a, au contraire, légèrement diminué de débit. Quant aux eaux douces, elles sont devenues troubles tout le long de la chaîne volcanique du centre de l'île; elles l'étaient encore quand j'ai pu les observer et déposaient un sédiment blanchâtre très-abondant. La matière de ces dépôts n'est autre chose que du trachyte kaolinisé, semblable à la matière qui compose des amas volumineux, que l'on peut observer au fond de quelques ravins de la montagne. Il est extrêmement probable que tout le centre de la chaîne est occupé, à une certaine profondeur, par des amas semblables. Le tremblement de terre, en bouleversant profondément le sol, a obstrué les voies souterraines parcourues habituellement par les eaux des sources; celles-ci ont

été obligées de suivre des chemins nouveaux au travers des masses de trachyte décomposé; elles doivent donc, sur leur parcours, s'être chargées de matières kaoliniques. L'obstruction plus ou moins complète de leurs anciens conduits est aussi probablement la cause pour laquelle il s'est produit des variations dans le débit ordinaire de leurs sources. La coloration blanchâtre des eaux douces et les changements observés dans le volume de quelques sources s'expliquent donc tout naturellement comme de simples conséquences des commotions du sol.

» D'autre part, les deux tremblements de terre de Céphalonie et de Mételin ne peuvent être regardés comme des manifestations isolées. Ils sont vraisemblablement liés l'un à l'autre, ainsi qu'à celui qui, peu de mois auparavant, a ravagé l'Algérie; enfin, il est difficile de les regarder comme indépendants des éruptions volcaniques de l'Etna, du Vésuve, de Santorin, et même des Açores, qui se succèdent, à si courts intervalles, depuis quelque temps. Cette considération acquiert surtout une haute importance si l'on remarque qu'un grand cercle tracé par les centres d'ébranlement de Céphalonie et de Mételin vient passer, lorsqu'on le prolonge vers l'ouest, par l'Etna, l'emplacement de l'île Julia, les soufrières et les volcans boueux de Girgenti et de Terrapilata, et l'île de Ténériffe (1). Il passe aussi à peu de distance au sud du centre d'ébranlement de l'Algérie. Ce même cercle, lorsqu'on le prolonge vers l'est, passe près du Taurus, du lac de Van et non loin des grands volcans du Bingoel, de l'Ararat et de l'Alajaz. Ce grand cercle a été désigné, il y a longtemps déjà, par M. Élie de Beaumont, sous le nom d'*axe volcanique de la Méditerranée*. Il est l'un des grands cercles dodécaédriques rhomboïdaux qui font partie du réseau pentagonal. Il est très-remarquable de voir que trois grands tremblements de terre, qui se sont produits dans un intervalle de quelques mois, ont sensiblement leurs centres sur cette même ligne. Il est donc impossible de regarder ces grands phénomènes comme des faits isolés, indépendants. Chacun d'eux peut avoir une cause secondaire, locale, mais au-dessus de tout cela règne une cause plus générale dont le secret nous échappe, mais dont l'existence peut être regardée comme démontrée par la distribution régulière des centres d'ébranlement et leur relation avec l'emplacement des évents volcaniques. »

---

(1) M. Ch. Sainte-Claire Deville a signalé (*Comptes rendus de l'Académie*, t. XLIII, 1856, deuxième Lettre à M. Dumas) l'importance stratigraphique de cette ligne en Sicile, et montré qu'elle représentait l'un *des plans éruptifs* principaux de l'Etna.

ANTHROPOLOGIE. — *Races kabyles.* — *Études sur les Kabyles du Djurjura.* Note de **M. Duhousset**, présentée par M. de Quatrefages.

M. de Quatrefages, en présentant ce travail, s'exprime en ces termes :

« L'Académie n'a pas oublié un premier travail de M. Duhousset, relatif à l'anthropologie de la Perse. Celui que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui ne le cède en rien au premier, et est plus complet à certains égards. Amené au milieu de ces populations par ses devoirs mêmes, l'auteur n'a évidemment négligé aucune occasion de les étudier sous leurs divers aspects. Aussi embrasse-t-il dans son travail la géographie et l'histoire, l'organisation sociale aussi bien que les coutumes et les mœurs. Mais il a surtout insisté sur les caractères physiques tels qu'ils résultent de l'examen de la tête, du crâne, de la taille, etc. Trois tableaux de mensurations, une carte indiquant la distribution des tribus, ainsi qu'un grand nombre de dessins d'indigènes vus de face et de profil et donnant un spécimen de toutes ces tribus kabyles, complètent ce travail.

» La grande agglomération kabyle dont il s'agit est groupée sur les pentes des nombreux mamelons constituant le versant nord du Djurjura (*mons ferratus* des anciens) et sur les trois rivières le Sahel, le Sébaou et l'Isser, qui forment avec les cols de la grande chaîne les limites naturelles des tribus.

» Le Berbère ou Kabyle doit être considéré comme étant l'autochtone du nord de l'Afrique, ou du moins le plus ancien occupant; une version arabe le fait arriver par l'Égypte. On constate encore les migrations de ces Berbères répandus jusqu'au désert, partout où il y a trace de végétation et de travaux agricoles. Ces migrations ont eu souvent la conquête pour cause. L'auteur montre ces peuples dès le temps des Romains, n'acceptant pas le joug, cédant la plaine et gravissant la montagne, jusqu'à ce que les bois et les ravins leur offrissent un abri inaccessible aux cruautés des centurions et aux exigences du fisc.

» L'auteur fait connaître les rouages administratifs de toutes les petites républiques qui constituaient les tribus de ce massif de montagnes. Un fait remarquable est que la population y est si compacte, qu'il ne s'y perd pas un pouce de terrain cultivable. Les recensements officiels permettent d'établir une comparaison entre la population de la France et celle du Djurjura. Il résulte de leur comparaison que la première est de 69,27 habitants et la seconde de 77,17 par kilomètre carré. Le désavantage est donc de notre côté.

» M. Duhousset a donné une attention toute particulière au type physique. Il en a décrit toutes les parties avec le plus grand soin, analysant surtout la tête dont il fixe pour nous la représentation par 160 dessins. Son atlas ne présente pas seulement le portrait des individus, tracé avec une exactitude que garantissent l'habileté et les connaissances spéciales de M. Duhousset, il offre en outre toutes les mesures nécessaires pour la connaissance anthropologique du Kabyle. En parcourant même à la hâte cet ensemble de données, on reconnaît que les contours de la figure présentent un ovale plus large en haut qu'en bas; la face paraît courte, des sourcils au menton, à cause de sa largeur aux tempes; le profil a plus de caractère que la face, souvent très-irrégulière; le crâne aussi manque de symétrie. Cette particularité est très-sensible dans les boîtes osseuses rapportées par l'auteur, et dont il donne une analyse complète dans un chapitre à part, un des plus importants au point de vue scientifique. M. Duhousset n'a pas négligé de recueillir des échantillons de cheveux qui, soumis à l'examen de M. Pruner-Bey, ont conduit ce savant anthropologiste à diverses conclusions très-intéressantes.

» Les proportions générales ont été aussi l'objet d'un examen particulier. La taille moyenne, résultant de mesures prises sur 60 individus, atteint 1690 millimètres. Les hommes au-dessous de la taille moyenne sont moins nombreux que ceux qui la surpassent. Il résulte des recherches sur la capacité des crânes que le volume de cette boîte osseuse n'est pas en rapport avec la hauteur de la taille, les plus grosses têtes appartenant à des individus petits. L'oscillation du volume de la tête autour de la taille moyenne suit par conséquent ici un ordre inverse.

» Les Kabyles sont généralement dolichocéphales. Mais on y trouve aussi quelques brachycéphales, dont l'extrême limite atteint un indice céphalique de 837 à 842. La limite extrême de la dolichocéphalie, d'autre part, descend jusqu'à 727, 719 et même 684. La moyenne entre le maximum et le minimum serait de 763, y compris les brachycéphales, et de 774 en général.

» A la fin de son Mémoire, l'auteur fait connaître les instruments qui ont servi à ses observations et qu'il a fait construire d'après ses idées propres. Il en décrit deux fort bien appropriés à des mensurations qui, faites ordinairement en plein air et en voyage, nécessitent des instruments simples et solides. L'un, qu'il nomme *compas céphalométrique*, sert à mesurer les têtes; l'autre, appelé *compas numérique à palettes*, peut s'appuyer sur des surfaces molles afin d'évaluer rapidement les dimensions des corps vivants.

» On le voit, malgré les nombreux travaux déjà publiés sur les popula-

tions de l'Algérie, le Mémoire de M. Duhousset apporte des données nouvelles et fort importantes, et il serait à désirer qu'il fût publié sans trop de retard. »

M. **Loherstorfer** adresse de Munich un Mémoire écrit en allemand et portant pour titre « Opération financière destinée à amortir en trente-huit années les dettes publiques ».

M. **Liandier** adresse une Note sur la construction d'un baromètre qu'il croit réalisable. Cette Note sera soumise à l'examen de M. Faye.

A 5 heures, l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 30 mars 1868, les ouvrages dont les titres suivent :

Leçons sur la Physiologie et l'Anatomie comparée de l'homme et des animaux, faites à la Faculté des Sciences de Paris; par M. MILNE EDWARDS, t. IX, 1re partie : *Organes de la génération.* Paris, 1868; 1 vol. in-8°.

Zoologie et Paléontologie générales. — Nouvelles recherches sur les animaux vertébrés dont on trouve les ossements enfouis dans le sol, et sur leur comparaison avec les espèces actuellement existantes; par M. P. GERVAIS, 1re série, liv. 6 et 7. Paris, 1868; in-4°, texte et planches.

Examen critique des idées nouvelles de M. G. Ville *sur les engrais chimiques considérés dans leurs rapports avec la physiologie générale et leurs applications à l'agriculture; par* M. Emile GROMIER. Paris, 1868; br. in-8°.

Exposition universelle de 1867 à Paris. — Rapports du Jury international publiés sous la direction de M. Michel CHEVALIER : *L'histoire naturelle médicale à l'Exposition universelle; par* M. Ad. CHATIN. Paris, 1867; br. in-8°.

Traité de la menstruation; par M. A. RACIBORSKI. Paris, 1868; br. in-8°. (Présenté par M. Ch. Robin pour le concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1868.)

Recherches sur l'organisation des Burséracées; par M. N.-S. MARCHAND. Paris, 1868; in-8° avec planches.

Eléments d'optique physique; par le P. J. DELSAULX. Bruxelles et Paris, 1868; in-8°.

Mémoires de la Société d'Agriculture, Commerce, Sciences et Arts du département de la Marne, années 1865-1866. Châlons-sur-Marne, sans date; 2 brochures in-8°.

Société impériale d'Agriculture, d'Histoire naturelle et Arts utiles de Lyon : Comptes rendus des séances, 4ᵉ série, t. Iᵉʳ, n° 1. Lyon et Paris; br. in-8°.

Des poissons électriques: — Exposé anatomique et physiologique; par M. A. DUREAU. — *Des causes et éléments de production de l'électricité de la torpille; par* M. E. LEMOINE-MOREAU. Paris, 1868; br. in-8°.

Mouillage de l'alcool et des liquides spiritueux; par M. F. COLLARDEAU. Paris, 1868; br. in-8°.

Discours sur la méthode prononcé à l'École pratique par M. le Dʳ DUPRÉ. Paris, 1868; br. in-8°.

Études sur la médication substitutive; par M. A. LUTON (de Reims). Paris, 1863; br. in-8°.

Nouvelles observations d'injections de substances irritantes dans l'intimité des tissus malades; par M. A. LUTON (de Reims). Paris, 1867; br. in-8°. (Ces deux ouvrages sont adressés au concours de Médecine et Chirurgie, 1868.)

Description du moteur hydrostatique à base de tous liquides, etc.; par M. J.-B. MÉTIVIER. Paris, 1867; br. in-8° avec plan.

Contribution à l'histoire de la rhinocéphalie et des os intermaxillaires dans l'espèce humaine; par M. J.-F. LARCHER. Paris, 1868; opuscule in-8°. (Extrait du *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie.*)

Catalogue spécial de la Section russe à l'Exposition universelle de Paris en 1867, *publié par la Commission impériale de Russie*. Paris, 1867; in-8°.

Aperçu statistique des forces productives de la Russie; par M. DE BUSCHEN. Paris, 1867; in-8°.

Mémoire explicatif à la collection des substances préparées dans le laboratoire de l'Institut agricole de Saint-Pétersbourg pour l'Exposition universelle de Paris 1867. Paris, sans date; in-4°.

Notes sur les Téléosauriens; par M. J.-A. EUDES DESLONGCHAMPS, Correspondant de l'Institut. Caen, 1867; br. in-8°.

Notes paléontologiques; par M. EUGÈNE DESLONGCHAMPS. Caen et Paris, 1867; br. in-8°.

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 AVRIL 1868.

PRÉSIDENCE DE M. DELAUNAY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Ministre de l'Instruction publique transmet une ampliation du Décret impérial qui approuve l'élection de *M. Murchison* pour remplir la place d'Associé étranger devenue vacante par suite du décès de *M. Faraday*.

SÉRICICULTURE. — *Lettre adressée à* M. Dumas. — *Educations précoces de graines des races indigènes provenant de chambrées choisies; par* **M. Pasteur**.

« Alais, le 20 mars 1868.

» L'année dernière, à la date du 15 juin, j'ai eu l'honneur de vous communiquer un fait très-digne d'intérêt, relatif à la première éducation industrielle d'une graine issue de papillons privés de corpuscules et provenant d'une éducation bien réussie. Le comice du Vigan, sur la proposition de l'un de ses secrétaires, M. Jeanjean, maire de Saint-Hippolyte, avait décidé que 1 once de cette graine serait élevée dans la commune de Sauve, près Saint-Hippolyte, sous la surveillance de deux de ses membres, MM. Delletre et Conduzorgues, en vue d'une reproduction possible et dans le but principal de soumettre à l'épreuve d'une expérience publique les résultats de mes recherches.

» Ainsi que je vous l'ai annoncé dans la Lettre que je rappelle, la cham-

brée a fourni 46 ½ kilogrammes de cocons pour 1 once de 25 gr., résultat rarement obtenu au temps de la prospérité la plus grande. En outre, sur 500 papillons provenant de cette chambrée, je n'en ai trouvé que 5 offrant des corpuscules.

» Les deux conditions que je recommande pour le choix des reproducteurs : d'une part l'absence présumée de la maladie des morts-flats de la quatrième mue *à la montée* (1), car MM. Delletre et Conduzorgues n'avaient point remarqué de mortalité sensible à cette époque de l'éducation ; d'autre part la non-existence de l'affection corpusculeuse, s'étant trouvées réunies dans cette chambrée, elle a pu être livrée tout entière au grainage. Pour tous, c'était une grande audace : il y a bien des années qu'aucun éducateur n'aurait osé faire grainer toute une chambrée des races indigènes jaune et blanche dans l'arrondissement du Vigan, quelle qu'ait été la réussite de l'éducation. Le grainage de la chambrée de Sauve s'est accompli dans les meilleures conditions, et la graine qui en est résultée (3510 grammes pour 45 kilogrammes) a été distribuée par les soins du comice du Vigan entre deux cent cinquante éducateurs. C'est une nouvelle épreuve publique, et sur une vaste échelle, des moyens de régénération que je préconise. Beaucoup d'autres, non moins importantes, vont avoir lieu, notamment celle qui portera sur les graines de M. Raibaud Lange, dont j'ai parlé dans mon Rapport du 25 juillet dernier à S. Exc. le Ministre de l'Agriculture; mais l'épreuve de la graine de Sauve étant plus avancée déjà d'une année, offre un intérêt particulier.

» En m'appuyant sur les résultats de mes recherches antérieures, je dois regarder comme démontré qu'aucune des deux cent cinquante éducations faites avec la graine de la chambrée de Sauve ne pourra périr de la maladie des corpuscules (2). Je l'affirme d'une manière absolue, et je tiens à l'affirmer à la veille des éducations, afin de mieux montrer aux éducateurs qui en seront juges, toute la rigueur des principes que je crois avoir déjà établis péremptoirement. L'incertitude sur la réussite de ces deux cent cinquante éducations de la graine de Sauve ne peut donc s'appliquer qu'à la maladie des *morts-flats* que je vous ai signalée dans mes Lettres d'avril et de mai 1867 comme une maladie propre, indépendante de celle des corpuscules et plus ou moins répandue (3).

---

(1) Lettre du 21 mai 1867.

(2) Rapport du 25 juillet 1867 à S. Exc. M. le Ministre de l'Agriculture.

(3) Je n'exprime qu'un résultat direct de mes expériences lorsque je considère la maladie

» N'oubliez pas cependant, toujours en vous reportant à mes recherches antérieures, que si les deux cent cinquante chambrées de la graine de Sauve ne peuvent périr, à l'état de vers, de la maladie des corpuscules, cette maladie pourra sévir sur les chrysalides et les papillons d'un certain nombre d'entre elles; mais cette circonstance n'intéresse que les grainages que l'on pourrait désirer faire avec ces chambrées, question capitale sans doute et pourtant de deuxième ordre, car le but principal de l'éducateur est de produire de la soie. Eh bien, je le répète, la maladie des corpuscules

---

des morts-flats comme indépendante de celle des corpuscules. Vous verrez, en relisant ma Lettre du 21 mai dernier, que des graines issues de papillons privés de corpuscules, dont les vers n'ont pas offert un seul sujet corpusculeux durant tout le cours de l'éducation et qui ont conduit à de nouveaux papillons également exempts de corpuscules, ont présenté néanmoins, de la quatrième mue à la montée particulièrement, une mortalité sensible due aux morts-flats, sans que l'on puisse supposer d'ailleurs que les conditions de l'éducation aient pu provoquer une telle mortalité, puisqu'une foule de lots de vers élevés exactement dans les mêmes conditions n'avaient rien montré de pareil.

Mais je suis toujours porté à croire, comme dans cette Lettre du 21 mai, que la maladie des morts-flats peut être sous la dépendance de celle des corpuscules par suite d'un affaiblissement des races amené par cette dernière maladie. J'ai appuyé, ce me semble, sur de très-bonnes raisons, l'opinion que la maladie des corpuscules a été, à toutes les époques, inhérente aux éducations de vers à soie et qu'elle a toujours fait des ravages ignorés. De son existence longtemps prolongée, n'est-il pas résulté une dégénérescence, un affaiblissement des races françaises qui les rend aujourd'hui très-aptes à contracter cette même maladie des corpuscules à un degré plus intense que par le passé, et sujettes en outre à la maladie des morts-flats. Aussi ne saurait-on trop insister sur la nécessité de ne confectionner aujourd'hui que des graines aussi exemptes que possible de la maladie des corpuscules. Quand cette maladie affectait autrefois des races robustes, elle pouvait passer inaperçue. C'est ainsi qu'aujourd'hui les vers vigoureux des races japonaises sont très-peu atteints par les morts-flats et peuvent donner lieu à des papillons corpusculeux, sans que la maladie des corpuscules affecte d'une manière sensible leur génération, si les corpuscules se montrent tout au dernier âge de la chrysalide et quand les œufs sont déjà formés chez les papillons femelles. J'ai constaté ces faits nombre de fois. Il résulterait de ces opinions que quand on aura rendu aux races de pays leur vigueur d'autrefois, on pourra donner peut-être moins d'attention que je n'en demande aujourd'hui à la maladie des corpuscules, excepté toutefois dans les éducations pour graine; car je suis persuadé que le procédé de grainage dont je réclame l'application pour échapper au fléau, et qui repose essentiellement sur le caractère de l'absence de la maladie corpusculeuse chez les papillons, restera dans la pratique séricicole, et qu'il permettra d'accroître beaucoup le chiffre de la production de la soie. En attendant, c'est un des plus sûrs moyens, selon moi, de ramener les races françaises de vers à soie à leur ancienne vigueur, si on l'associe à toutes les pratiques et à toutes les observations propres à éloigner la maladie des morts-flats.

n'empêchera pas une seule chambrée de vers issus de la graine de Sauve de fournir des cocons. C'est uniquement la maladie des morts-flats, ou d'autres maladies très-rares aujourd'hui, qui pourraient amener ce résultat.

» Cela posé, vous apprendrez avec une grande satisfaction que je viens de visiter les établissements d'essais précoces de Saint-Hippolyte et de Ganges, dirigés avec tant de soins et de dévouement par MM. Jeanjean et Durand, et par M. le Comte de Rodez, que la graine dont il s'agit y a été éprouvée, que l'éducation est terminée dans le premier de ces établissements, qu'elle s'achève dans le second, et que dans l'un et dans l'autre tout a marché à souhait. 100 vers comptés après la première mue ont donné à Saint-Hippolyte 95 cocons, et pas un ver n'a péri de la maladie des corpuscules, ni de la maladie des morts-flats.

» Vous reconnaîtrez néanmoins, par les faits que je rapporte à la fin de cette Lettre, que les essais précoces sont loin d'être à l'abri de la maladie des morts-flats lorsque les graines portent en elles les conditions propres au développement de cette maladie.

» Si, comme tout semble le faire croire, ce premier succès des essais précoces se confirme aux chambrées industrielles d'avril et de mai, nous aurons l'exemple d'une graine à race indigène privée de la maladie des corpuscules en 1866, qui aura très-bien réussi en chambrée industrielle de 1867 dans le département réputé le plus infecté, et, enfin, les papillons issus de cette graine se seront montrés non moins bons reproducteurs que les papillons mères.

» Comment maintenir cette race saine et la propager? Cela est naturellement indiqué par mes communications de l'an dernier, que mes études de cette année préciseront davantage encore, je l'espère. Il faudra suivre attentivement les éducations industrielles de la graine dont il s'agit et prendre note exacte de toutes celles qui auront réussi sans offrir les moindres symptômes de la maladie des morts-flats, particulièrement de la quatrième mue à la *montée* (1). Puis, on choisira pour grainages toutes celles de ces dernières chambrées qui se montreront exemptes de la maladie des

---

(1) Je note en passant un caractère qui accuse sûrement l'existence de la maladie des morts-flats dans les graines, quand les papillons producteurs de ces graines présentent ce caractère. Je viens de constater expérimentalement que les papillons à duvet plombé, gris-noir-velouté, même par plages isolées, donnent des graines atteintes de la maladie des morts-flats à un haut degré, et elle s'y joint souvent à la maladie des corpuscules, car dans un

corpuscules chez les chrysalides et chez les papillons. Ces prescriptions étant observées fidèlement les années suivantes, on perpétuera une graine excellente de façon à la multiplier en quantités énormes. Mais il ne serait pas moins facile d'altérer sa pureté, dès cette année, en faisant grainer, sans choix ni examen microscopique, les chambrées qu'elle va produire, fussent-ce les meilleures par le rendement des cocons. Telle de ces chambrées pourrait introduire dans la graine la maladie des corpuscules, telle autre la maladie des morts-flats. Une grande mortalité sévirait l'année suivante, et l'arrondissement du Vigan, comme tant d'autres, continuerait de passer pour un pays très-infecté par l'épidémie.

» J'ai tenu à ne mentionner dans cette Lettre que les résultats des essais précoces relatifs à la graine de Sauve, parce que cette graine vous est connue, ainsi que des éducateurs, depuis la publicité donnée à la Lettre que je vous ai adressée le 15 juin 1867, et parce qu'elle constitue, comme je le rappelais précédemment, la première graine industrielle sur laquelle une épreuve publique ait été faite pour juger en dernier ressort la valeur pratique de mes opinions.

» D'autres graines, je le répète, ont été confectionnées, en 1867, dans les conditions de celles de Sauve et vont être élevées par l'industrie. Vous savez qu'il en existe deux à trois mille onces et de diverses sortes et origines. Vous serez heureux d'apprendre les beaux résultats qu'elles ont offerts aux essais précoces, mais je veux attendre pour vous en parler que les essais de Ganges soient entièrement terminés.

» Si toutes ces graines réussissent en grandes magnaneries, ce qui sera connu publiquement dans deux mois, et qu'on applique à leurs chambrées les règles pratiques que j'ai rappelées tout à l'heure, une quantité considérable de graines des plus belles races du pays pourra être faite dès cette année.

» Je ne terminerai pas cette Lettre sans porter à votre connaissance un fait qui me paraît éclairer beaucoup la maladie des morts-flats. L'an dernier, lorsque je vous ai fait part de mes craintes sur l'existence et sur l'extension, jusque-là ignorées, de cette dangereuse maladie, je présumais

---

grainage qui offre de tels papillons, ceux-ci sont toujours beaucoup plus corpusculeux que les autres. Cette circonstance tend bien à démontrer que l'affaiblissement dû à la maladie des morts-flats prédispose à la maladie des corpuscules, et que les causes de contagion de cette dernière maladie ont d'autant plus d'effet et d'empire que la maladie des morts-flats existe.

qu'elle pouvait être héréditaire et qu'il était possible de prévoir, avec une assez grande probabilité, si une chambrée était capable de la communiquer à ses générations futures. Désirant élucider cette question si importante de l'hérédité de la maladie des morts-flats, j'ai préparé, en 1867, plusieurs pontes provenant de celles de mes petites éducations qui avaient eu cette maladie, mais dont quelques vers avaient résisté, formé de beaux cocons et fourni des papillons de bel aspect, privés de corpuscules. J'ai envoyé aux essais précoces de Saint-Hippolyte plusieurs lots de semblables pontes réunies. Sur sept lots ainsi choisis dans sept éducations distinctes, six ont échoué à divers âges, surtout à la quatrième mue, de la maladie des morts-flats. Plus de doute par conséquent : la maladie des morts-flats peut être héréditaire et frapper une chambrée, indépendamment de toutes conditions sur le mode d'éclosion de la graine, sur l'aération de la chambrée, sur le trop grand froid ou sur la trop grande chaleur que les vers ont à supporter, conditions qui peuvent sans doute provoquer d'une manière accidentelle cette même maladie. De là la nécessité impérieuse de ne jamais faire de la graine, quels que soient la qualité extérieure ou les résultats de l'épreuve microscopique des papillons, avec des chambrées qui ont eu, de la quatrième mue à la montée, des vers languissants ou qui ont subi une mortalité sensible à cette époque de l'éducation par la maladie des morts-flats. J'insiste de nouveau sur ce conseil, et avec plus de force encore que l'an dernier, auprès des personnes qui appliqueront cette année mon procédé de grainage. C'est, du reste, une prescription de tous les temps; mais le trouble profond que les malheurs de ces vingt dernières années ont porté dans les esprits a fait souvent oublier les avis les meilleurs pour mettre quelquefois à leur place des idées ou des pratiques plus ou moins extravagantes.

» Vous retrouverez dans cette Lettre les préoccupations des Lettres que je vous ai adressées, l'an dernier, au sujet de la maladie des morts-flats et dont mon Rapport du 25 juillet, au Ministre de l'Agriculture, porte également la trace. C'est ici, en effet, que se concentrent toutes mes craintes au sujet de la valeur pratique des résultats de mes recherches. Je suis maître de la maladie des corpuscules, que l'on considérait avant moi comme la maladie unique dont souffre aujourd'hui la sériciculture. Je puis la donner et la prévenir à volonté. Le problème sera donc résolu le jour où je n'aurai plus à appréhender pour mes graines la maladie des morts-flats, car il me sera alors démontré qu'il est possible de faire de la graine irréprochable par un moyen pratiquement industriel. Or je vous annonce qu'au sujet des

craintes dont je parle, la question a fait un grand pas, puisque les essais précoces qui viennent d'avoir lieu pour éprouver la qualité des graines préparées en 1867, d'après mes indications, donnent l'espoir le plus fondé que ces graines sont bien réellement exemptes de toute maladie quelconque. Il ne me reste donc plus que la faible incertitude correspondant à la différence possible, mais peu probable, entre les résultats d'une petite et d'une grande éducation portant sur une même graine de choix. Les éducations industrielles d'avril et de mai éclairciront ce dernier doute. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un nouveau Pandynamomètre*. Note de **M. G.-A. Hirn**, communiquée par M. Combes.

« Le principe sur lequel reposent la construction et l'usage de ce dynamomètre est des plus simples.

» Les arbres de transmission qui, dans nos usines, amènent aux diverses machines ou à tout l'ensemble de ces machines le travail mécanique fourni par un moteur, se tordent plus ou moins sous l'effort qu'ils transmettent et reviennent à leur état initial dès que le travail cesse.

» Supposons donc que, d'une manière ou d'une autre, on ait déterminé exactement l'angle de torsion moyen, qui répond ainsi au travail moyen que transmet un arbre. Supposons qu'ensuite, l'arbre étant au repos, on exerce sur lui un effort croissant et à chaque instant connu, dans le sens même du mouvement, et qu'en même temps on observe l'angle de torsion produit. Il est clair que, quand cet angle sera devenu égal à celui qu'on avait relevé pendant le travail, l'effort *connu* qui le produit sera égal aussi à l'effort moteur moyen répondant à ce travail. Connaissant le nombre de tours de l'arbre par unité de temps, nous n'aurons donc qu'à le multiplier par le *moment* qui répond à l'angle moyen de torsion pour avoir le travail réellement transmis.

» J'ai donné dans le tome XI des *Annales des Mines* (1867) la description de deux appareils à l'aide desquels on peut ainsi déterminer l'angle de torsion d'un arbre quelconque de transmission, à l'état de mouvement. Cependant ces appareils, pour donner des résultats dignes de confiance, demandaient à être exécutés avec des soins particuliers et avec une précision que l'on ne peut toujours obtenir dans les ateliers ordinaires de construction mécanique. L'appareil dont je communique aujourd'hui à l'Académie la description sommaire est au contraire frappant de simplicité, et peut être construit par des ouvriers ajusteurs ordinaires.

» Soit AB une portion de l'arbre de transmission qui amène le travail d'un moteur à une machine ou à une usine entière. On prend pour AB la plus grande longueur possible, mais elle doit être d'une pièce, et comprise entre deux coussinets ou supports. Pour fixer les idées, je suppose que le moteur se trouve du côté A et l'usine du côté B.

» Enveloppons cet arbre d'un tube solide (en tôle), d'un diamètre tel, qu'il n'y ait de contact nulle part. A l'aide de quatre vis, fixons l'une des extrémités de ce tube à l'arbre, du côté A. Laissons l'autre extrémité du tube (du côté B) parfaitement libre, en ayant soin seulement de la maintenir concentrique à l'arbre; rien n'est plus facile en pratique. A cette extrémité du tube et perpendiculairement à l'arbre, adaptons un bras solide, aussi long que possible; adaptons à l'arbre lui-même un autre bras semblable et de même longueur. Si ces bras sont parallèles à l'état de repos, ils cesseront de l'être, ils formeront ensemble un angle, dans le plan perpendiculaire à l'axe, dès que le travail commencera. Car, tandis que la partie de l'arbre renfermée dans le tube se tordra, ce tube, parfaitement libre du côté B, n'éprouvera, au contraire, aucune torsion : le bras qu'il porte devancera donc le bras fixé à l'arbre.

» Dans les conditions ordinaires de la construction, l'angle de torsion répondant au travail moyen est trop petit pour être mesuré directement par les moyens ordinaires. Il est très-facile de l'amplifier exactement. L'extrémité du bras fixé à l'arbre est traversée par un petit axe portant : 1° du côté B, une manivelle dont la bielle saisit le maneton; 2° vers le côté A, une aiguille dont l'extrémité libre est munie d'un crayon. Désignons par L la longueur du bras fixé à l'arbre, et par l celle de la manivelle. Il est visible que l'angle de torsion α sera amplifié dans le rapport $\frac{L}{l}$ par les mouvements de l'aiguille ou *porte-crayon*.

» Rien n'est plus facile que d'enregistrer les écarts variables de cette aiguille. Soit $\alpha_1\left(\frac{L}{l}\right)$ l'angle de torsion maximum dû au travail à mesurer. A l'état de repos, on règle l'aiguille de manière qu'elle fasse avec le tube un angle $90° - \frac{1}{2}\alpha_1\left(\frac{L}{l}\right)$; pendant le travail maximum, l'angle que fait l'aiguille avec le bras devient $90° + \frac{1}{2}\alpha_1\left(\frac{L}{l}\right)$.

» Par la disposition précédente, il est visible : 1° que, quels que soient les écarts (relatifs) de l'aiguille porte-crayon, la pointe du crayon, qui est dirigé vers A et parallèlement à AB, reste dans un même plan perpendi-

culaire à l'axe de l'arbre; 2° qu'à mesure que α s'accroît, la pointe du crayon s'éloigne plus de l'axe géométrique de AB.

» En dehors de tout ce système mobile et perpendiculairement à AB, plaçons un tambour cylindrique qui tourne lentement sur lui-même, et que nous puissions faire avancer parallèlement à lui-même, de façon à l'amener en contact avec la pointe du crayon. Il est clair qu'à chaque tour de AB nous obtiendrons sur le papier qui recouvre le tambour un trait de crayon, dont la position dépendra uniquement de l'écart actuel $90° \pm \frac{1}{2}\alpha\left(\frac{L}{l}\right)$.

» Pour faire une expérience à l'aide de l'appareil précédent, on laisse l'arbre tourner à vide. Le crayon marque alors sur le tambour un certain nombre de traits qui répondent au zéro (relatif) de torsion de l'arbre. Puis on fait marcher l'usine à son régime de travail normal. Le crayon marque sur le tambour une suite de petits traits beaucoup plus écartés de AB que le trait zéro. Lorsque l'appareil a fonctionné un temps suffisant, toute une journée si l'on veut, on enlève le papier du tambour, on mesure la distance des traits à la ligne zéro, et l'on prend la moyenne.

» L'usine étant au repos et l'arbre étant débrayé, on adapte aux extrémités A et B, et perpendiculairement à AB, deux leviers solides disposés de manière qu'en chargeant de poids leurs extrémités, on puisse tordre l'arbre dans le sens de la torsion produite pendant le travail. On fixe solidement l'extrémité de l'un de ces leviers, et l'on charge peu à peu de poids le plateau suspendu à l'extrémité. On voit alors le porte-crayon s'écarter peu à peu de sa position initiale. A l'aide d'une règle divisée et dirigée perpendiculairement à AB, on mesure ces écarts croissants, et, lorsqu'on a obtenu l'écart moyen donné par le diagramme, on note la charge du levier.

» Soient n le nombre de tours de l'arbre par minute, L la longueur du levier, P la charge à l'extrémité (y compris le poids du levier lui-même). Il est clair que le travail moyen de l'usine en kilogrammètres a pour valeur

$$F = \frac{2\pi LPn}{60}.$$

» Je n'entre pas, en raison des limites de cette Note, dans les détails de la construction du pandynamomètre ni dans les détails des précautions indispensables, mais très-faciles à réaliser d'ailleurs, qu'il faut prendre pour arriver à des résultats exacts. La description *in extenso* sera imprimée dans le *Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse*.

» En construisant le pandynamomètre, mon but était d'arriver à un appareil donnant des résultats *continus* aussi exacts que les résultats *fractionnés* que donne le frein de Prony, sans présenter les difficultés ni les dangers réels de ce dernier. Je puis dire aujourd'hui, en partant de la pratique même, que j'ai complétement réussi. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission chargée d'examiner s'il y a lieu de mettre prochainement au concours le prix Alumbert et comment on devra composer le programme de ce concours.

MM. Élie de Beaumont, Dumas, Chevreul, Milne Edwards, Brongniart, réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES LUS.

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Recherches histologiques sur la moelle, le pollen et les graines des Magnoliacées; par* **M. H. Baillon**.

« *Moelle.* — Les botanistes de notre temps s'attachent à confirmer par les caractères histologiques la distinction des groupes naturels. Ces caractères, sans pouvoir être, plus que tous les autres, constamment absolus, paraissent appelés à jouer un grand rôle dans le perfectionnement des méthodes taxonomiques. Ainsi, l'existence des fibres à ponctuations aréolées est un fait des plus anciennement connus et des mieux étudiés (Lindley, Gœppert, Eichler, etc.) dans les Wintérées, section de la famille des Magnoliacées. Mais on ne connaît guère que l'organisation du bois adulte de ces plantes. La constitution de leur moelle, étudiée surtout à un âge antérieur, révèle un trait bien plus général encore.

» Une Magnoliée vraie, c'est-à-dire un *Magnolia* ou un Tulipier, se reconnaît en général au caractère histologique suivant : sa moelle blanchâtre est segmentée par une série de diaphragmes transversaux, d'une teinte plus ou moins jaunâtre ou verdâtre. Ces espèces de cloisons sont constituées par des cellules spéciales, allongées dans le sens horizontal et se déformant ou se déviant au contact de la paroi interne de l'étui médullaire. La coloration de ces utricules est due à leur contenu, et leur paroi se signale immédia-

tement par les canaux nombreux dont elle est perforée, la manière dont elle réfracte la lumière et son épaisseur considérable. Quoique ce dernier caractère varie d'une espèce à l'autre, et aussi dans une même espèce, suivant les conditions de la végétation, on peut ranger ces cellules spéciales dans la catégorie de celles qu'on a nommées en Allemagne *Steinzellen*. Les *Drimys* et les *Schizandra* possèdent ces mêmes *cellules pierreuses* dans leur parenchyme médullaire; mais leur disposition y présente des différences caractéristiques.

» Dans un très-jeune rameau du *Drimys Winteri* ou de ses variétés, notamment du *D. granatensis*, on voit çà et là des cellules médullaires, isolées ou rapprochées les unes des autres, qui perdent peu à peu la minceur primitive de leur paroi. Leur forme varie quelque peu avec l'âge, car elles peuvent, ou avoir les mêmes dimensions en tous sens, ou s'allonger verticalement et devenir irrégulièrement fusiformes ou tubuleuses. Leur paroi ne s'épaissit que par intussusception, car les nombreux pertuis cylindriques dont elle est perforée cessent de bonne heure de présenter partout le même calibre. L'épaississement se prononce moins vers les deux orifices de ces canaux, surtout vers l'intérieur, et bientôt chaque conduit a la forme d'un cylindre évasé en cône vers ses deux orifices. De là l'existence d'une cavité fusiforme, au point de rencontre de deux conduits appartenant à des cellules voisines et s'abouchant toujours exactement; de là encore l'apparence aréolée des ponctuations vues de face, comme il arrive dans celles des Conifères. Le contenu des *cellules pierreuses* est teinté en jaune ou en brun dans les *Drimys* rapportés de leur pays natal. Ces cellules sont donc physiologiquement comparables à celles qui forment des amas granuleux dans le parenchyme cortical.

» La moelle des *Schizandra* est souvent d'une teinte verte uniforme. Elle la doit premièrement à la matière verte contenue dans ses cellules parenchymateuses ordinaires. De plus, elle est parsemée de *cellules pierreuses* à contenu très-coloré, et disposées, ou sans ordre apparent, ou en séries verticales. Quelques *Sphærostema* présentent même dans ces vésicules des particularités qui demandent une description spéciale. Souvent les *cellules pierreuses* se détachent du reste du parenchyme, dont elles diffèrent par leur consistance relativement énorme, sous la seule pression de la lame de verre dont on les recouvre et qui les désagrége sans les entamer.

» Il est impossible de ne pas considérer comme étant de même nature ces cellules éparses et celles qui forment des cloisons dans la moelle des Magnoliées. De sorte qu'une même organisation de ces utricules caractérise l'ensemble de la famille, en même temps que leur mode de groupement sert,

par ses variations, à distinguer les tribus : *cellules pierreuses* disséminées, comme nous l'avons dit, dans les Schizandrées et les Wintérées; rapprochées en diaphragmes dans les Magnoliées. Dans les pousses rapidement développées de quelques *Magnolia*, nous avons vu ces cloisons appauvries et réduites même à une seule *cellule pierreuse*, presque centrale, vers laquelle venaient aboutir par une de leurs extrémités toutes les cellules ambiantes du parenchyme ordinaire, étirées ou déviées d'une manière toute spéciale.

» Les tiges sarmenteuses des Schizandrées se distinguent d'ailleurs de celles des Wintérées par un autre caractère anatomique. Vers l'extérieur de leur zone fibro-vasculaire, elles présentent de larges cavités tubuleuses à axe vertical, tendues d'une fine membrane criblée de perforations très-ténues, et se détachent souvent, en longs cylindres aussitôt affaissés, de la paroi des cavités tubuleuses qu'elle tapisse.

» *Pollen.* — La forme du pollen à un pli des *Magnolia*, rare parmi les Dicotylédones, se retrouve dans les *Canella* que nous laissons dans cette famille. Parmi les Wintérées, on a signalé depuis longtemps (H. Mohl, etc.) l'existence de grains composés, formés de quatre grains élémentaires groupés de façon à occuper les quatre sommets d'un tétraèdre régulier. Les *Illicium* et les *Schizandra* présentent dans leur pollen une disposition très-analogue. Celui de l'*I. parviflorum* ressemble à un disque déprimé au centre de ses deux faces, mais découpé sur ses bords en trois lobes. Dans le *Kadsura japonica*, les trois lobes sont eux-mêmes échancrés à leur sommet. Mais on voit nettement sur le pollen discoïde du *Sphærostema propinquum*, que trois des six échancrures marginales répondent à une rentrée de l'exhyménine d'un des grains élémentaires; et cette rentrée devient au contraire une saillie par suite du contact de l'eau. En même temps, tout le grain composé se gonfle, comme celui des *Illicium*, en une sphère granulée qui porte trois bandes claires rayonnantes. Ces bandes persistent dans le *Kadsura*; les grains élémentaires ne se séparent pas; de sorte que le pollen de ces plantes peut être considéré comme servant de passage entre les grains simples des vraies Magnoliées et les grains composés des Wintérées et de certaines Anonacées.

» *Graine.* — L'origine tant discutée (Miers, A. Gray, Hooker, etc.) du tégument charnu de la graine des *Magnolia* est démontrée, et par son développement, et par sa constitution histologique. Il est formé des cellules hypertrophiées de la primine, riches en fécule, puis en matière huileuse. Sa profondeur est, en outre, parcourue par les faisceaux trachéens qui forment le raphé et ses ramifications. Comme ces vaisseaux ne renferment guère que des gaz à la maturité, nous avons trouvé un moyen de dévoiler la marche

du réseau vasculaire, en laissant séjourner la graine dans la teinture alcoolique d'iode. Toutes les cellules y deviennent d'un violet presque noir, tandis que les trachées demeurent teintées en brun clair. On peut alors poursuivre et disséquer tout le réseau trachéen dans l'épaisseur du parenchyme, de la même manière qu'on isole les vaisseaux injectés d'un animal. Le faisceau raphéen, tout en émettant des branches à droite et à gauche, se dirige vers la région chalazique et s'y recourbe pour pénétrer dans l'intérieur de la graine. On doit décrire ici un orifice particulier de l'enveloppe testacée intérieure, ouverture diamétralement opposée au trou micropylaire, et respectée à tout âge par les incrustations du tégument profond. On comprend toute l'importance physiologique de ce nouvel organe, canal à contours nets, qu'on peut alors, sans destruction d'aucun tissu, faire parcourir par un stylet métallique très-fin, et que nous nommerons *hétéropyle*. Le tégument testacé, qui conserve son *orthotropie* primitive, est donc pourvu de deux ouvertures polaires opposées. Quant à l'enveloppe charnue superficielle, les anciens botanistes la nommaient *arille*, appellation que les auteurs récents n'ont pas adoptée. Et cependant cette enveloppe constitue un arille *généralisé*, et mérite bien mieux ce nom que les hypertophies partielles du tégument séminal extérieur, auxquelles on l'applique ordinairement de nos jours. »

M. Durand (de Lunel) donne lecture d'un Mémoire portant pour titre : « Du mode de développement de la chaleur et du froid, au point de vue physique ».

(Renvoi à la Section de Physique.)

M. Shrimpton donne lecture d'un Mémoire concernant le choléra, sa nature et son mode de traitement.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. Richelot donne lecture d'un Mémoire qui a pour titre : « Du traitement de la rétroflexion utérine grave, par la soudure du col de la matrice avec la paroi postérieure du vagin ».

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE. — *Recherches sur les combinaisons de l'acide molybdique et de l'acide phosphorique; par* **M. H. Debray** (1).

(Renvoi à la Section de Chimie, à laquelle M. Dumas est prié de s'adjoindre.)

« Au commencement de ce siècle, après que Berzélius eut déterminé, par des analyses nombreuses et délicates, la composition de la plupart des substances minérales connues de son temps, on fut frappé de la simplicité avec laquelle cette composition pouvait s'exprimer, au moyen des nombres proportionnels qui résultaient de l'ensemble de ses recherches. Ce caractère de simplicité remarquable, auquel on s'est habitué pendant longtemps, semblait distinguer la Chimie minérale de la Chimie organique, où la complication des formules, conséquence naturelle de la variété infinie des corps qu'elle étudie et qui sont formés par un petit nombre d'éléments, est la règle la plus habituelle.

» Cette distinction est repoussée aujourd'hui avec beaucoup de raison par les chimistes les plus éminents; il n'y a en effet aucune différence essentielle entre les réactions de la Chimie organique et celles de la Chimie minérale, et de plus, les composés de cette dernière n'ont pas toujours ce degré de simplicité qu'on se plaisait à leur attribuer.

» La découverte des acides silicotungstiques et de leurs sels, par M. Marignac, a fourni, dans ces derniers temps, un exemple bien remarquable d'une série de corps de composition très-complexe et possédant néanmoins une netteté de réactions et une beauté de formes cristallines, au moins aussi grandes que les produits simples de nos laboratoires. L'étude des combinaisons de l'acide molybdique et de l'acide phosphorique m'a conduit à des corps du même ordre, d'une composition plus compliquée encore, mais aussi bien définis et aussi nettement cristallisés que les composés silicotungstiques.

» I. On sait que la dissolution du molybdate d'ammoniaque dans l'acide azotique possède la propriété de précipiter l'acide phosphorique ordinaire, en donnant une matière jaune à peu près insoluble dans tous les acides. Ce

---

(1) L'Académie a décidé que cette communication, bien que dépassant les limites réglementaires, serait reproduite en entier au *Compte rendu*.

précipité contient environ 89 pour 100 d'acide molybdique, un peu plus de 4 pour 100 d'acide phosphorique, et le reste en ammoniaque et en eau; en le faisant bouillir avec un excès d'eau régale, on détruit l'ammoniaque et l'on obtient un liquide jaune qui fournit, par évaporation spontanée, de beaux prismes doublement obliques, de couleur jaune, qui sont formés par la combinaison de 1 équivalent d'acide phosphorique anhydre avec 20 équivalents d'acide molybdique, également anhydre, et une certaine quantité d'eau correspondant à 13,3 pour 100 du poids de l'hydrate (1).

» Ces cristaux, extrêmement solubles dans l'eau, peuvent fournir deux autres hydrates; l'un contenant 23,4 pour 100 d'eau, c'est-à-dire le double de ce que contient le premier pour la même quantité d'acide anhydre; l'autre 19,6 seulement. L'hydrate à 23,4 pour 100 s'obtient par l'évaporation spontanée des solutions aqueuses d'acide phosphomolybdique, en octaèdres réguliers volumineux; l'hydrate à 19,6 se dépose dans des liqueurs concentrées et fortement chargées d'acide azotique; ses cristaux, moins beaux que ceux des précédents et plus altérables, appartiennent au prisme rhomboïdal.

» La petite quantité d'acide phosphorique qui s'unit, dans ces composés, à l'acide molybdique (3,7 à 4,1 pour 100) suffit pour en modifier profondément les propriétés. L'acide molybdique peut bien donner un hydrate soluble, qui a été isolé pour la première fois par M. Th. Graham dans la dialyse des molybdates en solution acide, et que plus récemment M. Ullik a préparé au moyen du molybdate de baryte et de l'acide sulfurique (2), mais cet hydrate donne des solutions incolores et il est incristallisable, tandis que les hydrates de l'acide phosphomolybdique sont jaunes et facilement cristallisables. D'ailleurs, les réactions de cet acide diffèrent essentiellement de celles de l'acide molybdique et de l'acide phosphorique. Ainsi, tandis que les molybdates sont tous solubles dans les acides, nous voyons l'acide phosphomolybdique précipiter, de leurs solutions fortement acides, la potasse, les oxydes de rubidium, de cœsium et de thallium, l'ammoniaque et les alcalis organiques azotés. La soude et la lithine, qui ne donnent aucun précipité dans ces conditions, se séparent ainsi, par cette réac-

---

(1) J'ai signalé cette action de l'eau régale dans une communication déjà ancienne sur le molybdène (*Comptes rendus*, t. XLVI, p. 1098), mais je n'ai pas suivi l'étude de ces corps parce que je ne possédais pas à cette époque une méthode convenable d'analyse.

(2) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. CXLIV, p. 204.

tion comme par beaucoup d'autres, de la potasse et de ses congénères, tandis que le thallium s'en rapproche d'une manière extrêmement nette.

» Les oxydes métalliques ne sont pas précipités par l'acide phosphomolybdique dans une liqueur suffisamment acide (1). Il n'y a pas d'exception pour l'oxyde de bismuth qui forme cependant avec l'acide phosphorique un composé presque insoluble dans l'acide azotique même concentré, ainsi que M. Chancel l'a démontré; de plus, le mélange évaporé laisse déposer des cristaux d'acide phosphomolybdique dans la liqueur acide de bismuth.

» S'il est démontré qu'un corps bien défini peut résulter de la combinaison d'un équivalent d'une substance avec vingt d'une autre, il n'y a pas de raison pour que l'on ne découvre un jour des combinaisons plus complexes encore. Il sera donc important de rechercher si les matières que nous trouvons constamment, en quantité minime il est vrai, dans un grand nombre de minéraux, ne font pas partie intégrante de ces minéraux, au même titre que les substances plus abondantes, et ne leur communiquent point leurs caractères spéciaux. Ce fait, démontré en ce qui concerne l'association du fluor et du chlore aux phosphates, pourrait s'étendre à beaucoup d'autres combinaisons. On me permettra aussi de faire remarquer que s'il existait des combinaisons définies de cet ordre entre le fer et le carbone, il ne serait pas nécessaire de supposer un rapport bien différent de celui qui règle la combinaison de l'acide molybdique et de l'acide phosphorique, pour obtenir des corps ayant à peu près la composition des fontes et de l'acier. Ainsi le composé CFe^{30} contiendrait seulement 0,72 pour 100 de carbone ($Fe = 28$, $C = 6$).

» II. La composition des phosphomolybdates jaunes de potasse, de thallium et d'ammonium, obtenus en précipitant ces bases dans des liqueurs acides, peut se représenter par la formule générale

$$3RO, PhO^5, 20MO^3;$$

les sels de potasse et d'ammoniaque contiennent en outre 3 équivalents d'eau d'hydratation.

---

(1) J'ai déjà fait connaître cette propriété de l'acide phosphomolybdique à la Société chimique (*Bullet. de la Société chim.*, t. V, 2e série, p. 405), mais sans étudier les composés ainsi formés. Bien antérieurement à mes recherches, M. Sonnenschein avait indiqué, pour la précipitation des alcalis organiques, un réactif obtenu en traitant, par la soude en excès, le précipité de phosphomolybdate d'ammoniaque pour chasser l'ammoniaque, et reprenant la matière par l'acide azotique; il est évident aujourd'hui que ce réactif n'est autre qu'un sel de l'acide phosphomolybdique, qui se comporte comme l'acide lui-même.

» Ce sont des composés bien définis et non des mélanges, car il est facile de les obtenir cristallisés. Il suffit de fondre, au rouge obscur, les sels de potasse et de thallium, pour obtenir un liquide huileux donnant par refroidissement une masse de cristaux; dans le sel de thallium, ces cristaux sont assez distincts et assez brillants pour qu'on puisse distinguer, à l'œil nu, la pyramide hexagonale qui les termine. Quelques grammes de matière suffisent pour ces expériences.

» On obtient le sel ammoniacal en petits cristaux jaunes très-brillants, en mélangeant deux dissolutions de pyrophosphate de soude et de molybdate acide d'ammoniaque; le précipité se produit lentement par suite de la transformation de l'acide pyrophosphorique en acide phosphorique ordinaire sous l'influence du milieu acide.

» La solution d'acide phosphomolybdique précipite l'azotate d'argent neutre; le précipité se transforme peu à peu en cristaux microscopiques, dont la composition peut être représentée par la formule

$$7\,AgO, PhO^5, 20\,MO^3 + 24\,HO.$$

» Ce sel se dissout dans l'acide azotique étendu, et la liqueur fournit par évaporation de petits cristaux jaunes, brillants, d'un sel à 2 équivalents de base

$$2\,AgO, PhO^5, 20\,MO^3 + 7\,HO.$$

» III. L'acide phosphomolybdique et ses sels ne sont stables qu'en présence des acides; les alcalis les transforment ordinairement en molybdates ordinaires et en phosphomolybdates, dans lesquels les deux acides sont unis dans le rapport plus simple de 1 à 5,

$$(PhO^5, 20\,MO^3) + Aq = PhO^5, 5\,MO^3, Aq + 15\,MO^3.$$

» Ces phosphomolybdates sont incolores ou peu colorés, d'un aspect nacré; ils sont solubles dans l'eau et facilement cristallisables; un excès d'acide les ramène à l'état de phosphomolybdates jaunes en mettant de l'acide phosphorique en liberté :

$$4(PhO^5, 5\,MO^3) + Aq = 3(PhO^5, 3\,HO) + PhO^5, 20\,MO^3 + Aq.$$

» Je donne la formule de quelques-uns des beaux sels de cette nouvelle classe de phosphomolybdates :

Sel d'ammoniaque. . .	$6(AzH^4O), 2\,PhO^5, 10\,MO^3 + 14\,HO$,
Sel de potasse.	$6\,KO, 2\,PhO^5, 10\,MO^3 + 14\,HO$,
Sel de soude.	$6\,NaO, 2\,PhO^5, 10\,MO^3 + 28\,HO$,
Sel d'argent.	$6\,AgO, 2\,PhO^5, 10\,MO^3 + 14\,HO$.

» Il semble qu'on pourrait simplifier ces formules en en divisant tous les termes par deux, mais comme l'action ménagée des acides fournit un nouveau type de sels également bien cristallisés représentés par la formule générale

$$5RO, 2PhO^5, 10MO^3 + Aq,$$

il convient de conserver aux premiers sels les formules que nous leurs avons assignées.

» Enfin quelques-uns de ces sels peuvent former des sels doubles avec les azotates, je cite l'un de ces composés

$$[6(KO, AzO^5) + 6KO, 2PhO^5, 10MO^3] + 18HO.$$

» La facilité avec laquelle l'acide phosphomolybdique des sels blancs se transforme, en acide phosphomolybdique jaune et acide phosphorique, ne m'a pas permis jusqu'ici de l'isoler.

» IV. L'analyse des composés précédents présente de très-grandes difficultés quand on a recours aux méthodes de séparation actuellement connues pour les corps qui les constituent; je me suis servi pour l'effectuer de deux nouveaux procédés qui méritent d'être signalés, parce qu'ils sont susceptibles de généralisation.

» On sépare l'acide phosphorique de l'acide molybdique en faisant passer sur un mélange d'acide phosphomolybdique et de chaux, chauffé au rouge naissant, dans une nacelle de porcelaine, d'abord un courant de gaz sulfhydrique, puis d'acide chlorhydrique. Il se forme du chlorure de calcium, du sulfure de molybdène cristallisé comme le sulfure naturel, et du chlorophosphate de chaux ou apatite également cristallisée. Le chlorure de calcium s'enlève par l'eau, l'apatite par l'acide chlorhydrique qui n'attaque pas le sulfure de molybdène; celui-ci, facile à laver et à recueillir, est pesé avec beaucoup d'exactitude. On dose facilement le phosphore dans la liqueur chlorhydrique.

» Lorsqu'il s'agit des phosphomolybdates alcalins, une partie de l'alcali, transformée en chlorure, se volatilise, à la température élevée de l'opération, dans le courant gazeux; pour doser l'alcali, il faut recourir au procédé suivant : on dissout le phosphomolybdate dans un excès d'ammoniaque, et l'on ajoute à la liqueur une solution ammoniacale d'azotate d'argent; par l'ébullition, on obtient d'abord du phosphate tribasique d'argent cristallisé, puis du molybdate d'argent incolore et cristallisé également; l'alcali reste seul dans la liqueur, où il est facile de le doser.

» Ce travail a été fait au laboratoire de l'École Normale, où M. H. Sainte-Claire Deville a mis généreusement à ma disposition les matières coûteuses qui m'ont été nécessaires. »

M. Brouzet adresse une Note relative à un procédé pour séparer les bonnes graines de vers à soie des mauvaises. Ce procédé consiste dans un chaulage au nitrate d'argent et dans une sorte de triage des œufs, fondé sur des différences de densité qui les font se comporter dans l'eau de façons très-diverses.

(Renvoi à la Commission de Sériciculture.)

M. Armand soumet au jugement de l'Académie un nouveau papier de sûreté, qu'il considère comme inimitable.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

M. Bonnafond soumet au jugement de l'Académie un Mémoire portant pour titre : « Observation d'un cas de surdité complète de l'oreille gauche, due à l'obstruction du conduit auditif externe par une tumeur osseuse siégeant près de la membrane du tympan, guérie par trépanation ». Ce Mémoire est présenté par M. J. Cloquet.

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

CORRESPONDANCE.

ANALYSE. — *Sur une intégrale double.* Note de **M. Le Cordier**, présentée par M. Bertrand.

« Les Œuvres posthumes de Gauss contiennent une formule remarquable donnée par l'illustre auteur sans démonstration.

» Je suis parvenu à l'établir d'une manière très-simple, et à en préciser le sens. La formule dont il s'agit est la suivante :

$$(1)\quad V=\int\int\frac{(x'-x)(dy\,dz'-dz\,dy')+(y'-y)(dz\,dx'-dx\,dz')+(z'-z)(dx\,dy'-dy\,dx')}{[(x'-x)^2+(y'-y)^2+(z'-z)^2]^{\frac{3}{2}}}=4m\pi.$$

L'intégrale s'étend à tous les éléments de deux lignes fermées s et s' qui ne se coupent pas, et qui sont parcourues chacune dans un sens bien déterminé par deux points M et M' dont x, y, z et x', y', z' désignent respecti-

vement les coordonnées rectangulaires. Le facteur m, que Gauss appelle vaguement *le nombre des enroulements*, doit être entendu comme il suit :

» Considérons tous les points où la ligne s traverse une portion de surface dont le contour s' est seul déterminé et que j'appelle l'aire s', puis comptons séparément ceux où s coupe cette aire dans un sens et dans l'autre. Le facteur m sera la différence des deux nombres ainsi obtenus.

» Pour démontrer la formule (1), soient t, t' deux arcs comptés sur les deux courbes dans le sens des mouvements des deux points M, M' et terminés respectivement à ces deux points. Ces arcs sont deux variables indépendantes dont la distance MM' est une fonction. Soient $d\theta$, $d\theta'$ les angles infiniment petits que décrit MM' quand on donne aux deux variables t, t' les accroissements dt, dt'; soit $(d\theta, d\theta')$ l'angle dièdre que font entre eux les plans de ces deux angles. En transformant l'expression soumise à l'intégrale double, on la ramènera facilement à la forme suivante

$$d\theta\, d\theta' \sin(d\theta, d\theta').$$

» Appelons généralement représentation sphérique d'une ligne l vue d'un point P et désignons (P_l) l'intersection d'une sphère fixe ayant pour rayon l'unité avec le cône P_l qui a pour sommet le point P et pour directrice la ligne l quand on le transporte parallèlement à lui-même, de manière à placer son sommet au centre de la sphère. On voit aisément que $d\theta\, d\theta' \sin(d\theta, d\theta')$ est l'aire d'un des parallélogrammes infiniment petits dans lesquels la surface de la sphère est décomposée par deux systèmes de courbes qui sont les représentations sphériques de chacune des deux lignes s, s' vue des différents points de l'autre.

» Dans le cas où $(M_{s'})$ partage la sphère en deux parties seulement, soit $u =$ aire $(M_{s'})$ l'aire sphérique qui est à droite de la ligne $(M_{s'})$ parcourue dans le sens qui répond à dt positif.

» Soit v l'intégrale V étendue à toute la ligne s' et à l'arc t; on a l'équation

$$(2) \qquad \frac{dv}{dt}\, dt = d\theta \int d\theta' \sin(d\theta, d\theta'),$$

dont le second membre représente dans tous les cas l'aire décrite sur la sphère par la ligne $(M_{s'})$ quand le point M décrit ds, et, par suite, représente $\frac{du}{dt}dt$ dans le cas où $(M_{s'})$ ne partage la sphère qu'en deux parties, et alors on a

$$(3) \qquad \frac{dv}{dt}\, dt = \frac{du}{dt}\, dt.$$

» Traitons d'abord ce cas simple, et pour qu'il ait lieu quel que soit M, supposons que la ligne s' soit plane et n'ait aucun point multiple. L'équation (2) montre que v est une fonction continue de t, et si u l'est aussi de t_o à $t_s = t_o + s$, l'équation (3) intégrée entre ces limites donne $v_s - v_o = u_s - u_o$; mais dans tous les cas elle donne

$$(4) \qquad v_s - v_o = u_s - u_o - \Sigma U,$$

ΣU désignant la somme des variations brusques que la fonction u peut présenter entre ces limites. Or on a $v_s - v_o = V$ et $u_s - u_o = 0$, puisque s est une ligne fermée; l'équation (4) devient donc $V = - \Sigma U$. Pour que u présente des discontinuités, il faut et il suffit qne s traverse le plan de s' en un point extérieur à l'aire de s'. La valeur de chaque variation brusque est $U = \pm 4\pi$, car l'aire $(M_{s'})$ prend alors les deux valeurs simultanées $0, 4\pi$. Le signe dépend du sens dans lequel s' traverse le plan de s, parce que l'aire $(M_{s'})$ est plus grande ou plus petite que 2π suivant que le point M est d'un côté ou de l'autre de ce plan. Et si l'on adopte les notations suivantes pour désigner le nombre des points où s traverse le plan de s' :

	Dans l'intérieur de s'.	A l'extérieur de s'.
De gauche à droite.................	i_d	e_d,
De droite à gauche.................	i_g	e_g,

on aura, au signe près, $\Sigma U = 4(e_d - e_g)\pi$. Mais puisque la ligne s est fermée $e_d + i_d = e_g + i_g$, d'où $\Sigma U = 4(i_g - i_d)\pi$. Donc enfin l'équation (4) devient

$$(5) \qquad V = 4(i_d - i_g)\pi.$$

» C'est la formule de Gauss, et le nombre entier $i_d - i_g$ satisfait à ma définition générale du nombre m.

» On écarte la restriction faite sur la nature de s' soit géométriquement, en décomposant l'aire s' en éléments dont on conçoit tous les périmètres parcourus par autant de points qui tournent dans le même sens, et sommant l'équation (5) appliquée à chacun d'eux; soit analytiquement, en déplaçant tous les points de l'espace suivant une loi continue et telle que la transformée de l'aire s' soit plane.

» Si les courbes s, s' se coupent, et si l'on veut que l'intégrale (1) ait encore une valeur déterminée, il faudra en donner une définition; supposons qu'on la donne de manière que la fonction v reste continue quand le point M franchit un point I d'intersection. On voit par une figure qu'alors

l'aire ($M_{s'}$) gagne ou perd subitement l'un des hémisphères séparés par le grand cercle parallèle au plan des deux tangentes en I, et on en conclut que la formule (1) doit être remplacée par la suivante :

$$V = 4\left(m + \frac{n}{2}\right)\pi,$$

la différence des deux nombres de points où s traverse l'aire s' dans un sens et dans l'autre étant désignée par m ou par $m + n$, suivant qu'on en exclut ou qu'on lui adjoint son périmètre. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur une transformation des équations différentielles du problème des trois corps.* Note de **M. F. Brioschi**, présentée par M. Bertrand.

« Soient m, m_1, m_2 les masses des trois corps; ρ, ρ_1, ρ_2 les distances des masses $m_1 m_2$, $m_2 m$, $m m_1$; x, y, z; x_1, y_1, z_1 les coordonnées de deux points par rapport à trois axes passant par le centre de gravité du système que l'on peut supposer en repos. Jacobi a démontré que, en désignant par U la fonction des forces,

$$U = \frac{m_1 m_2}{\rho} + \frac{m_2 m}{\rho_1} + \frac{m m_1}{\rho_2}.$$

On peut donner aux équations différentielles du problème des trois corps la forme suivante :

$$\mu x'' = \frac{dU}{dx}, \quad \mu y'' = \frac{dU}{dy}, \quad \mu z'' = \frac{dU}{dz},$$
$$\mu x''_1 = \frac{dU}{dx_1}, \quad \mu y''_1 = \frac{dU}{dy_1}, \quad \mu z''_1 = \frac{dU}{dz_1}.$$

Je suppose que le plan xy soit le plan invariable du système, et en posant

$$x^2 + y^2 + z^2 = r^2, \quad x_1^2 + y_1^2 + z_1^2 = r_1^2, \quad xx_1 + yy_1 + zz_1 = rr_1 \cos\omega,$$

je substitue aux variables $x, y, \ldots$ les variables r, r_1, u, $u_1, \ldots$ données par les relations

$$(1) \quad \begin{cases} x = ru, \quad y = rv, \quad z = rw; \quad x_1 = r_1 u_1, \quad y_1 = r_1 v_1, \quad z_1 = r_1 w_1; \\ u^2 + v^2 + w^2 = 1, \quad u_1^2 + v_1^2 + w_1^2 = 1, \quad uu_1 + vv_1 + ww_1 = \cos\omega. \end{cases}$$

Or il est évident que si l'on désigne par u_2, v_2, w_2 les cosinus des angles que la normale à la position actuelle du plan des trois corps forme avec

les trois axes rectangulaires, on aura

$$(2)\quad u_2^2+v_2^2+w_2^2=1,\quad uu_2+vv_2+ww_2=0,\quad u_1u_2+v_1v_2+w_1w_2=0.$$

Cela posé, si l'on considère un second système d'axes rectangulaires X, Y, Z, ayant l'origine au centre de gravité et mobile dans l'espace, et si l'on suppose que le plan des XY soit le plan des trois corps à la fin du temps t, on pourra exprimer les valeurs des neuf cosinus

X	Y	Z	
α	β	γ	x
α_1	β_1	γ_1	y
α_2	β_2	γ_2	z

en fonction de trois angles φ, ψ, θ au moyen des formules d'Euler :

$$\begin{aligned}
\alpha&=\cos\varphi\cos\psi-\sin\varphi\sin\psi\cos\theta, & \beta&=-\sin\varphi\cos\psi-\cos\varphi\sin\psi\cos\theta,\\
\alpha_1&=\cos\varphi\sin\psi+\sin\varphi\cos\psi\cos\theta, & \beta_1&=-\sin\varphi\sin\psi-\cos\varphi\cos\psi\cos\theta,\\
\alpha_2&=\sin\varphi\sin\theta, & \beta_2&=\cos\varphi\sin\theta,
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\gamma&=\sin\psi\sin\theta,\\
\gamma_1&=-\cos\psi\sin\theta,\\
\gamma_2&=\cos\theta,
\end{aligned}$$

et θ sera l'angle que le plan des trois corps comprend avec le plan invariable; ψ, φ les angles que l'intersection de ces deux plans forme avec les axes des x et des X. Or les relations supérieures entre les u, v,... étant satisfaites en posant

$$\begin{aligned}
u&=\alpha\cos\tfrac{1}{2}\omega+\beta\sin\tfrac{1}{2}\omega, & v&=\alpha_1\cos\tfrac{1}{2}\omega+\beta_1\sin\tfrac{1}{2}\omega,\\
u_1&=\alpha\cos\tfrac{1}{2}\omega-\beta\sin\tfrac{1}{2}\omega, & v_1&=\alpha_1\cos\tfrac{1}{2}\omega-\beta_1\sin\tfrac{1}{2}\omega,\\
u_2&=\gamma, & v_2&=\gamma_1,
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
w&=\alpha_2\cos\tfrac{1}{2}\omega+\beta_2\sin\tfrac{1}{2}\omega,\\
w_1&=\alpha_2\cos\tfrac{1}{2}\omega-\beta_2\sin\tfrac{1}{2}\omega,\\
w_2&=\gamma_2,
\end{aligned}$$

on pourra substituer aux variables x, y, z; x_1, y_1, z_1 les nouvelles variables r, r_1, ω, ψ, φ, θ; ou, si l'on fait $\varphi+\frac{1}{2}\omega=\varepsilon$, $\varphi-\frac{1}{2}\omega=\varepsilon_1$, les va-

riables r, r_1, ε, ε_1, ψ, θ. Dans ce cas, les valeurs de u, u_1,... seront

$$u = \cos\psi\cos\varepsilon - \sin\psi\sin\varepsilon\cos\theta, \quad v = \sin\psi\cos\varepsilon + \cos\psi\sin\varepsilon\cos\theta,$$
$$u_1 = \cos\psi\cos\varepsilon_1 - \sin\psi\sin\varepsilon_1\cos\theta, \quad v_1 = \sin\psi\cos\varepsilon_1 + \cos\psi\sin\varepsilon_1\cos\theta,$$
$$u_2 = \sin\psi\sin\theta, \quad v_2 = -\cos\psi\sin\theta,$$
$$w = \sin\theta\sin\varepsilon,$$
$$w_1 = \sin\theta\sin\varepsilon_1,$$
$$w_2 = \cos\theta.$$

» Soient l, m, n les vitesses angulaires autour des axes mobiles; on a, comme il est connu,

$$l = \gamma\beta' + \gamma_1\beta'_1 + \gamma_2\beta'_2, \quad m = \alpha\gamma' + \alpha_1\gamma'_1 + \alpha_2\gamma'_2, \quad n = \beta\alpha' + \beta_1\alpha'_1 + \beta_2\alpha'_2,$$

et

$$\alpha' = \beta n - \gamma m, \quad \beta' = \gamma l - \alpha n, \quad \gamma' = \alpha m - \beta l, \quad \alpha'_1 = \beta_1 n - \gamma_1 m, \ldots.$$

» De ces relations et des équations (1) et (2) on déduit, pour la demi-somme des forces vives

$$\mathrm{T} = \frac{1}{2}[\mu(x'^2 + y'^2 + z'^2) + \mu_1(x'^2_1 + y'^2_1 + z'^2_1)],$$

l'expression

$$\mathrm{T} = \frac{1}{2}\Big\{\mu r'^2 + \mu_1 r'^2_1 + \mu r^2\left[\left(n + \frac{1}{2}\omega'\right)^2 + \left(l\sin\frac{1}{2}\omega - m\cos\frac{1}{2}\omega\right)^2\right]$$
$$+ \mu_1 r_1^2\left[\left(n - \frac{1}{2}\omega'\right)^2 + \left(l\sin\frac{1}{2}\omega - m\cos\frac{1}{2}\omega\right)^2\right]\Big\},$$

et les quatre intégrales connues du problème des trois corps seront

$$(3) \qquad \mathrm{T} - \mathrm{U} = h, \quad \frac{d\mathrm{T}}{dl} = k\alpha_2, \quad \frac{d\mathrm{T}}{dm} = k\beta_2, \quad \frac{d\mathrm{T}}{dn} = k\gamma_2,$$

h, k étant les deux constantes.

» Or, en posant

$$\frac{d\mathrm{T}}{dr'} = p, \quad \frac{d\mathrm{T}}{dr'_1} = p_1, \quad \frac{d\mathrm{T}}{d\omega'} = q,$$

et en substituant dans la valeur de T pour r', r'_1, ω', l, m, n les valeurs qu'on obtient de ces équations et des dernières équations (3), on a, après quelques réductions,

$$\mathrm{T} = \frac{1}{2}\Big[\frac{1}{\mu}p^2 + \frac{1}{\mu_1}p_1^2 + \frac{1}{\mu r^2}\left(q + \frac{1}{2}k\cos\theta\right)^2 + \frac{1}{\mu_1 r_1^2}\left(q - \frac{1}{2}k\cos\theta\right)^2$$
$$+ \frac{k^2\sin^2\theta}{\mu\mu_1 r^2 r_1^2\sin^2\omega}(\mu r^2\sin^2\varepsilon + \mu_1 r_1^2\sin^2\varepsilon_1)\Big].$$

» On en déduit par la méthode d'Hamilton les six équations différentielles suivantes :

$$\frac{dr}{dt}=\frac{d(\mathrm{T}-\mathrm{U})}{dp},\quad \frac{dr_1}{dt}=\frac{d(\mathrm{T}-\mathrm{U})}{dp_1},\quad \frac{d\omega}{dt}=\frac{d(\mathrm{T}-\mathrm{U})}{dq},$$

$$\frac{dp}{dt}=-\frac{d(\mathrm{T}-\mathrm{U})}{dr},\quad \frac{dp_1}{dt}=-\frac{d(\mathrm{T}-\mathrm{U})}{dr_1},\quad \frac{dq}{dt}=-\frac{d(\mathrm{T}-\mathrm{U})}{d\omega},$$

ou

$$(4)\quad \left\{\begin{aligned}
&\frac{dr}{dt}=\frac{1}{\mu}p,\quad \frac{dr_1}{dt}=\frac{1}{\mu_1}p,\quad \frac{d\omega}{dt}=\left(\frac{1}{\mu r^2}+\frac{1}{\mu_1 r_1^2}\right)q+\frac{1}{2}\left(\frac{1}{\mu r^2}-\frac{1}{\mu_1 r_1^2}\right)k\cos\theta,\\
&\frac{dp}{dt}=\frac{d\mathrm{U}}{dr}+\frac{1}{\mu r^3}\left(q+\frac{1}{2}k\cos\theta\right)^2+\frac{k^2\sin^2\theta\sin^2\varepsilon_1}{\mu r^3\sin^2\omega},\\
&\frac{dp_1}{dt}=\frac{d\mathrm{U}}{dr_1}+\frac{1}{\mu_1 r_1^3}\left(q-\frac{1}{2}k\cos\theta\right)^2+\frac{k^2\sin^2\theta\sin^2\varepsilon}{\mu_1 r_1^3\sin^2\omega},\\
&\frac{dq}{dt}=\frac{d\mathrm{U}}{d\omega}+\frac{k^2\sin^2\theta}{2\mu\mu_1 r^2 r_1^2\sin^3\omega}\big[(\mu r^2\sin^2\varepsilon+\mu_1 r_1^2\sin^2\varepsilon_1)\cos\omega\\
&\qquad\qquad+(\mu r^2+\mu_1 r_1^2)\sin\varepsilon\sin\varepsilon_1\big].
\end{aligned}\right.$$

» A ces équations on doit évidemment adjoindre les trois dernières équations (3), lesquelles, en substituant pour l, m, n les valeurs

$$l=\psi'\sin\theta\sin\varphi+\theta'\cos\varphi,\quad m=\psi'\sin\theta\cos\varphi-\theta'\sin\varphi,\quad n=\psi'\cos\theta+\varphi',$$

fournies par les formules d'Euler, donnent

$$(5)\quad \left\{\begin{aligned}
&\psi'=\frac{k}{\mu\mu_1 r^2 r_1^2\sin^2\omega}(\mu r^2\sin^2\varepsilon+\mu_1 r_1^2\sin^2\varepsilon_1),\\
&\theta'=\frac{k\sin\theta}{\mu\mu_1 r^2 r_1^2\sin^2\omega}(\mu r^2\sin\varepsilon\cos\varepsilon+\mu_1 r_1^2\sin\varepsilon_1\cos\varepsilon_1),\\
&\varphi'=\frac{1}{4}\left(\frac{1}{\mu r^2}+\frac{1}{\mu_1 r_1^2}\right)k\cos\theta+\frac{1}{2}\left(\frac{1}{\mu r^2}-\frac{1}{\mu_1 r_1^2}\right)q-\psi'\cos\theta.
\end{aligned}\right.$$

» Les équations différentielles du problème des trois corps sont par conséquent les six équations (4) et les trois (5). Mais l'intégration de la première des équations (5) se fait par une quadrature lorsqu'on connaît les valeurs de r, r_1, ω, φ, c'est-à-dire après avoir intégré le système des autres huit équations. Enfin, on a une intégrale de ce système, l'intégrale des forces vives $\mathrm{T}-\mathrm{U}=h$, ce qui réduit à sept le nombre des équations à intégrer, comme dans la transformation de Jacobi.

» On pourrait encore, en posant

$$\frac{1}{2}k\cos\theta+q=s,\quad \frac{1}{2}k\cos\theta-q=s_1,$$

et par conséquent

$$k \cos\theta = s + s_1,$$

substituer au système des huit équations supérieures le suivant :

$$\frac{dr}{dt} = \frac{dH}{dp}, \quad \frac{dr_1}{dt} = \frac{dH}{dp_1}, \quad \frac{d\varepsilon}{dt} = \frac{dH}{ds}, \quad \frac{d\varepsilon_1}{dt} = \frac{dH}{ds_1},$$

$$\frac{dp}{dt} = -\frac{dH}{dr}, \quad \frac{dp_1}{dt} = -\frac{dH}{dr_1}, \quad \frac{ds}{dt} = -\frac{dH}{d\varepsilon}, \quad \frac{ds_1}{dt} = -\frac{dH}{d\varepsilon_1},$$

où $H = T - U$ et

$$T = \frac{1}{2}\left[\frac{1}{\mu}p^2 + \frac{1}{\mu_1}p_1^2 + \frac{1}{\mu r^2}s^2 + \frac{1}{\mu_1 r_1^2}s_1^2 + \frac{k^2 - (s + s_1)^2}{\mu\mu_1 r^2 r_1^2 \sin^2\omega}(\mu r^2 \sin^2\varepsilon + \mu_1 r_1^2 \sin^2\varepsilon_1)\right].$$

» Les huit variables $r, r_1, \varepsilon, \varepsilon_1; p, p_1, s, s_1$ sont alors celles que Bour a trouvées, en partant des formules de M. Bertrand, par une analyse très-remarquable mais assez compliquée, dans son Mémoire sur le problème des trois corps, publié dans le trente-sixième cahier du *Journal de l'École Polytechnique.* »

CHIMIE. — *Note sur la manière d'agir de l'acide sulfurique au contact de l'iodure de potassium; par* **M. A. Houzeau.** (Extrait.)

« Tous les chimistes savent que l'iodure de potassium en dissolution concentrée est immédiatement décomposé, avec dégagement d'iode, par l'acide sulfurique ordinaire. Mais j'ai établi (1) qu'une extrême dilution de ces corps paralyse leurs affinités chimiques, à tel point qu'on peut impunément faire bouillir ensemble leurs solutions étendues sans altérer en aucune façon soit l'iodure, soit l'acide.

» Ce n'est donc pas sans surprise que j'ai lu, dans le *Compte rendu* du 23 mars 1868, une Note sur la prétendue réaction qu'exerce *toujours, même à froid*, l'acide sulfurique sur l'iodure de potassium. En supposant même que l'auteur de cette Note se soit placé dans les conditions d'extrême dilution, et qu'il ait opéré sur de l'iodure *neutre* et de l'acide sulfurique *privé de composés nitreux*, il est aisé d'expliquer le résultat obtenu. L'éther dont il s'est servi pour caractériser la réaction mutuelle de l'iodure sur l'acide était précisément l'agent dont il fallait éviter l'emploi, car c'est lui qui provoque la réaction. Cette confusion entre la cause et l'effet est d'autant

---

(1) *Méthodes pour reconnaître et doser l'ozone et l'eau oxygénée. — Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LXVII, et 4e série, t. XIII.

moins explicable, que M. Schœnbein avait déjà, depuis quelques années, signalé l'éther à la fois comme un véhicule et un producteur d'eau oxygénée. C'est donc le peroxyde d'hydrogène apporté par l'éther qui, dans l'expérience dont je combats les conclusions, détermine l'oxydation du métal de l'iodure et met l'iode en liberté.

» Loin de contredire l'exactitude du principe de ma méthode de dosage de l'eau oxygénée, on voit que cette expérience, bien interprétée, la confirme, en montrant une fois de plus l'extrême sensibilité de l'iodure pour des traces d'eau oxygénée.

» Au reste, cette influence perturbatrice de l'éther oxygéné m'était parfaitement connue, et c'est pour l'éviter que j'ai proposé l'emploi du chloroforme pur, qui ne provoque jamais la décomposition mutuelle de l'acide sulfurique et de l'iodure de potassium, et dont la belle coloration violette par l'iode est d'ailleurs plus sensible encore.

» Ainsi, je maintiens comme un fait incontestable l'inaltérabilité d'un mélange d'iodure potassique neutre et d'acide sulfurique pur, en dissolution suffisamment étendue et dans les conditions indiquées dans mes travaux sur l'ozone et l'eau oxygénée. »

ASTRONOMIE. — *Sur l'observation précise des étoiles filantes au moyen d'un nouveau collimateur à réflexion.* Note de **M. G. Goulier**, présentée par M. Daubrée.

« Les travaux de divers astronomes, entre autres de MM. Newton, Schiaparelli et Le Verrier, ont ouvert une voie nouvelle aux recherches sur les étoiles filantes périodiques. Ces travaux ont montré la possibilité d'appliquer, à ces phénomènes fugitifs, les calculs dont on fait usage pour les corps célestes à visibilité plus ou moins permanente. Mais, pour tirer de ces calculs toutes les conséquences qu'ils comportent, il convient de donner aux observations du phénomène une précision bien plus grande que celle dont on fait usage aujourd'hui. En effet, voici comment on opère actuellement :

» Quand une étoile *file* dans le ciel, sa course apparente parmi les étoiles est marquée, à vue, par un trait de crayon, sur un planisphère céleste convenablement préparé. On prolonge ensuite les différents traits jusqu'à leurs rencontres, et la moyenne des intersections indique le *point de radiation*.

» Pour éviter l'incertitude de ces observations, il faudrait substituer, à l'estime, des visées directes, faites avec les appareils optiques d'instruments gradués donnant directement, ou indirectement, les coordonnées

équatoriales de deux points de chaque trajectoire. Or la possibilité de ces observations sera prouvée quand nous aurons montré comment les visées peuvent être faites.

» Nous considérerons principalement les météores qui, comme ceux d'août, de novembre, etc., produisent des traînées lumineuses qui persistent pendant quelques secondes. Malgré cette persistance, nous croyons pouvoir poser en principe que, pour viser un objet aussi peu lumineux et aussi fugitif, il faut un appareil optique qui permette de faire le pointé *sans que le champ de cet appareil soit rendu lumineux, et sans que l'œil cesse de voir le point du ciel où s'est produit le phénomène que l'on doit viser*. Or on peut satisfaire à ces conditions avec deux sortes de *collimateurs*, un collimateur à réfraction et un collimateur à réflexion. Ce dernier nous paraît préférable, et c'est le seul que nous décrirons.

» Ce collimateur a pour miroir un large verre lenticulaire, ayant une surface convexe et une surface concave à courbures égales. Il agit, sur la lumière qui le traverse, comme un verre plan à faces parallèles. Au foyer que donne par réflexion la surface concave, est fixé un diaphragme percé d'un petit trou. Derrière celui-ci est placé un corps blanc et mat, éclairé par la lumière d'une lanterne sourde située latéralement. Les rayons lumineux que ce corps reflète à travers le trou se réfléchissent dans la surface du verre, et, pour l'œil situé dans une position indéterminée, en arrière du foyer et en dehors de l'axe de l'appareil, ces rayons donnent la sensation d'un disque lumineux occupant une position fixe dans le ciel. Or, en même temps que ce disque, l'œil voit au travers du verre la traînée phosphorescente qu'il doit viser; et, par le déplacement du collimateur, l'observateur peut faire en sorte que le disque soit bissecté par cette traînée. Alors l'axe optique de l'appareil est dirigé vers le point qui correspond au centre du disque lumineux.

» On conçoit que l'œil peut se déplacer latéralement sans cesser de percevoir les deux points en coïncidence; et c'est là ce qui permet à l'observateur de faire le pointé sans que l'œil cesse de voir le point à viser.

» Avec ce collimateur, l'erreur de pointé sera probablement de 2 à 3 minutes au plus (1), et la rapidité de l'opération sera assez grande pour que le pointé puisse être effectué avant la disparition de la traînée lumineuse. Mais il est douteux qu'un seul observateur puisse viser successivement les

---

(1) Pour un collimateur à réfraction appliqué à l'observation d'objets terrestres, l'erreur moyenne de pointé a été trouvée inférieure à une demi-minute.

deux points qui doivent déterminer celle-ci. Aussi devra-t-on employer deux instruments, l'un pour les points d'inflammation, l'autre pour les points d'extinction.

» Quant à la disposition de ces instruments, il sera convenable d'employer des alt-azimuts, si l'on veut déterminer les altitudes des météores au moyen d'observations correspondantes faites en deux stations éloignées; on emploiera des équatoriaux (1) si l'on cherche seulement les directions du point de radiation. Mais, dans ce second cas, on simplifiera beaucoup les calculs nécessaires pour tirer parti des observations, si l'on dirige les axes polaires des instruments vers une position approchée du point cherché; la simplification tenant à ce que, au lieu des coordonnées absolues de ce point, on n'aura à calculer que les corrections à faire subir aux coordonnées approximatives.

» Les observations à l'estime, faites jusqu'ici, étaient assez incertaines pour que, dans la recherche du point de radiation, on ait pu ne pas se préoccuper du déplacement progressif de ce point au milieu des étoiles. Ce déplacement est dû à diverses causes : 1° au changement des directions absolues des mouvements de la Terre et des corpuscules, 2° aux inflexions produites dans les trajectoires par les attractions de la Terre et de la Lune, 3° à l'influence de la rotation de la Terre, 4° à la réfraction astronomique, 5° à la résistance de l'atmosphère au mouvement des météores. Ces causes d'aberration du point de radiation ne seraient plus négligeables pour des observations faites avec les instruments que nous venons d'indiquer. Il faudra donc y avoir égard (2) pour rendre comparables entre elles les observations faites à différentes heures, et, à plus forte raison, dans des nuits différentes. »

M. A. Chevalier fils adresse un relevé des incendies causés par les allumettes chimiques à Paris, en 1867. L'auteur compte trente et un cas, parmi lesquels un quart environ doit être attribué à des enfants qui auraient joué avec des allumettes chimiques ordinaires.

---

(1) Ces équatoriaux devraient être disposés de telle sorte qu'ils pussent, au besoin, servir d'alt-azimuts.

(2) On pourra trouver les formules de ces corrections dans nos « *Études géométriques sur les étoiles filantes* » qui sont insérées dans le volume des *Mémoires de l'Académie impériale de Metz* pour 1866-67, volume qui paraîtra incessamment. On trouvera encore les plus importantes de ces formules dans les *Notes et réflexions* de M. Schiaparelli *sur les étoiles filantes*, travail remarquable que M. Daubrée vient de nous communiquer, mais trop tard pour que nous ayons pu le signaler dans les *Mémoires de l'Académie de Metz*.

M. le Dr **Recht** appelle l'attention de l'Académie sur son ouvrage intitulé : « Lois de développement de la nature ».

M. Gaussin demande et obtient l'autorisation de retirer du Secrétariat un Mémoire sur lequel il n'a pas été fait de Rapport, et qui a pour titre : « Extension des notions analytiques. Calculs infinitésimaux analogues au calcul différentiel et intégral ».

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 30 mars 1868, les ouvrages dont les titres suivent :

Excursion de la Société Linnéenne à Cazeneuve (Gironde). *Liste des principaux fossiles recueillis par les membres de la Société à Cazeneuve dans le calcaire de Bazas; par* M. Ch. DES MOULINS, président. Bordeaux, 1868; br. in-8°.

De la classification de certains opercules de Gastéropodes; par M. Ch. DES MOULINS. Bordeaux, 1867; br. in-8°.

Lettre à M. François Crépin *par* M. Ch. DES MOULINS. Bordeaux, 1868; br. in-8°.

Descriptions et figures de quelques coquilles fossiles du terrain tertiaire et de la craie; par M. Ch. DES MOULINS. Bordeaux, 1868; br. in-8°.

Annuario... *Annuaire de l'Observatoire royal de Madrid*, 8e année, 1868. Madrid, 1867; in-12 cartonné.

Observaciones... *Observations météorologiques effectuées en l'Observatoire de Madrid.* Madrid, 1867 ; in-12 cartonné.

Resumen... *Résumé des observations météorologiques effectuées en la Péninsule.* Madrid, 1867; 1 vol. in-12.

Informe... *Rapport du Directeur de l'Observatoire royal astronomique et météorologique de Madrid, à Son Excellence le Commissaire royal du même Établissement.* Madrid, 1867; in-12.

List... *Liste des membres de la Société Géologique de Londres.* Londres, 1867; br. in-8°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 6 avril 1868, les ouvrages dont les titres suivent :

Lectiones grammaticales pro missionariis qui addiscere volunt linguam amaricam seu vulgarem Abissiniæ, *nec non et linguam oromonicam seu populorum* Galla *nuncupatorum; auctore* RR. DD. G. MASSAJA. Parisiis, MDCCCLXVII. (Présenté par M. d'Abbadie.)

Congrès scientifique de France : 33e session, 1re partie, tenue à Aix-en-Provence au mois de décembre 1866. Aix, 1867; 2 vol. grand in-8°. (Présenté par M. Daubrée.)

Études géométriques sur les étoiles filantes; par M. C.-M. GOULIER. Metz, 1868; br. in-8°. (Présenté par M. Daubrée.)

Étude sur le choléra; par M. NICAISE. Paris, 1868; br. gr. in-8°. (Adressé au Concours Bréant.)

Choléra épidémique considéré comme affection morbide personnelle. Physiologie pathologique et thérapeutique rationnelle; par M. BRÉBANT. Paris, 1868; in-8°.

Principes de Physiologie pathologique appliquée; par M. BRÉBANT. Paris, 1867; br. in-8°.

De l'épidémie cholérique de 1854 à Voncq, canton d'Attigny, arrondissement de Vouziers (Ardennes). Vouziers, 1855; br. in-8°. (Ces trois ouvrages sont adressés au Concours Bréant, 1868.)

Réfutation des dernières propositions contagionnistes du Dr Seux; *par* M. MARTINENQ. Grasse, 1868; br. in-8°. (Présenté par M. Cloquet, pour le Concours du prix Bréant.)

Les colonies françaises, géographie, histoire, productions, administration et commerce; par M. J. RAMBOSSON. Paris, 1868; 1 vol. in-8°. (Adressé par l'auteur au Concours de Statistique, 1868.)

Essai d'un exposé de la théorie de la double réfraction; par M. ABRIA. Bordeaux, 1868; br. in-8°.

Extraction et opérations dentaires sans souffrance par le protoxyde d'azote; par M. A. PRÉTERRE. Paris, 1868; br. in-8°.

Mémoires de la Société impériale d'Agriculture, Sciences et Arts d'Angers, nouvelle période, t. X, 3e et 4e trimestres. Angers, 1867; in-8°.

Des lignes tracées sur les surfaces du second degré; par M. l'abbé AOUST. Marseille, sans date; br. in-8°.

Mémoires de la Société d'anthropologie de Paris, t. III, 1er fascicule. Paris, 1868; in-8° avec figures.

L'uréthroscope et le stomatoscope pour éclairer et rendre diaphanes l'urèthre

et ses parties avoisinantes, les dents et leurs parties avoisinantes, au moyen de la lumière électro-galvanique; par M. Jules BRUCK fils. Breslau et Paris, 1868; in-8°. (Adressé au Concours de Médecine et de Chirurgie.)

Annalen... *Annales de l'Observatoire de Munich*, t. XV et XVI. Munich, 1866-1867; 2 vol. in-8°.

Verzeichniss... *Supplément au tome V des Annales de l'Observatoire de Munich.* Munich, 1866; 1 vol. in-8°.

Vierundvierzigster... *Manuel de la Société Silésienne*, 24e année, *contenant un coup d'œil général sur les travaux et les changements survenus dans la société pendant l'année* 1866. Breslau, 1867; in-8°.

Lois de développement de la nature; par M. le Dr RECHT. Munich, 1868; br. in-8°.

Abhandlungen... *Mémoires de la Société royale de Gœttingue*, t. XIII, années 1866-1867. Gœttingue, 1868; in-4° avec planches.

Chronologischer... *Coup d'œil chronologique sur l'introduction successive de la microscopie dans l'étude de la minéralogie, de la pétrographie et de la paléontologie; par* M. H. FISCHER. Fribourg, 1868; in-8°.

Oversigt... *Comptes rendus des travaux de l'Académie royale des Sciences du Danemark pendant l'année* 1867. Copenhague, 1867; 2 br. in-8°.

Det... *Mémoires de l'Académie royale des Sciences du Danemark: Section des Sciences mathématiques et des Sciences naturelles*, t. VII. Copenhague, 1867; in-8° avec planches.

Mittheilungen... *Journal de l'Osterland publié par la Société industrielle d'Altenbourg, la Société des Naturalistes et la Société des Apiculteurs*, t. VIII. Altenbourg, 1867; in-8°.

Az... *Annales du Muséum de Transylvanie*, t. IV. Klausenbourg, 1867; in-4°.

Siderum nebulosorum observationes havnienses; auctore Dr H.-L. D'ARREST. Havniæ, 1867; in-4°.

Paraderos... *Stations* (Paraderos) *des temps préhistoriques en Patagonie, avec une figure de crânes d'anciens Patagons.* — Lettre adressée à la Société italienne des Sciences naturelles; *par* M. P. STROBEL. Milan, 1867; in-8°.

Rapporto... *Rapport de trois observations cliniques; par* M. G.-B. CASTELLANA. Palerme, 1868; in-8°.

Estudio... *Étude scientifique sur les tremblements de terre de Caracas publiée de* 1862 *à* 1866; *par* M. A. IBARRA. Caracas, 1867; br. in-8°.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 AVRIL 1868.

PRÉSIDENCE DE M. DELAUNAY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

SÉRICICULTURE. — *Éducations précoces de graines des races indigènes provenant de chambrées choisies.* Deuxième Lettre de **M. Pasteur** à M. Dumas (1).

« Alais, le 10 avril 1868.

« Nous sommes à la veille d'une nouvelle campagne séricicole. Vous connaissez toute la réserve que j'ai apportée dans les conclusions pratiques que l'on pouvait déduire des observations de laboratoire que je poursuis depuis quatre années. Vous étiez même disposé, si je ne me trompe, par une bienveillante confiance dans leurs résultats, à trouver quelque peu exagérée cette prudence scientifique, bien qu'elle ne soit qu'une part modeste de l'héritage intellectuel que vous avez légué à vos disciples. Aujourd'hui, en présence des résultats que je viens de constater dans les essais précoces de Saint-Hippolyte et de Ganges sur les graines qui ont été faites industriellement, en 1867, d'après mes indications, je me sens plus affermi. Permettez-moi donc de vous informer de nouveaux faits très-significatifs,

(1) L'Académie a décidé que cette communication, bien que dépassant les limites réglementaires, serait reproduite en entier au *Compte rendu*.

et de poser la question capitale de la confection de la bonne graine dans des termes pratiques, accessibles pour tous les éducateurs intelligents.

» Dans la Lettre que j'ai eu l'honneur de vous adresser tout récemment, je vous ai rappelé la réussite remarquable d'une chambrée de races jaune et blanche, qui s'est trouvée, après examen, dans les conditions que je réclame pour être livrée tout entière au grainage, bien qu'elle eût été faite dans le Gard, et dont la graine éprouvée aux essais précoces de cette année a donné d'excellents résultats. Ces dernières circonstances méritent toute l'attention des éducateurs.

» En effet, la situation est celle-ci : Prenez à la fin d'une campagne les chambrées de races de pays qui ont réussi et livrez-les toutes au grainage; neuf fois sur dix au moins la graine se montrera détestable à la récolte suivante, et beaucoup d'éducateurs assureraient même que dix fois sur dix il en sera ainsi.

» La conséquence de pareils faits se comprend aisément : on prétend qu'il y a une infection générale dans tous les grands centres d'éducations de vers à soie. Une sorte de choléra propre à ces insectes régnerait dans ces contrées. La plupart des vers à soie meurent avant de pouvoir faire leurs cocons, et tout est perdu pour l'éducateur. Si la graine est de bonne qualité, il y a une récolte, mais la reproduction est impossible.

» Dès lors, comment se procure-t-on de la graine des belles anciennes races de France dans ces malheureux départements séricicoles, dont la résignation des habitants est la preuve d'un grand progrès dans les idées du peuple ou le témoignage honorable que l'Empereur et son Gouvernement ont fait ce qu'il était humainement possible de faire.

» Pour se procurer de la graine des races dont je parle, on a recours au commerce dont voici le genre d'industrie le plus répandu. Des personnes, plus ou moins versées dans la connaissance des vers à soie, se rendent dans toutes les parties de la France, de l'Espagne, du Portugal, de l'Italie, de la Corse,.... où il n'existe que très-peu de plantations de mûriers, où le nombre des éducations, par conséquent, est très-restreint. Cela s'appelle des *pays sains*, où la maladie n'a pas pénétré. Là, ces industriels font faire des chambrées, ou ils visitent celles qui y existent et en achètent les produits d'où ils tirent de la graine qu'ils viennent vendre ensuite dans les départements séricicoles, sans pouvoir offrir la moindre garantie sur la qualité de leur marchandise. Quelques rares sortes de ces graines réussissent. Le plus grand nombre échoue.

» Cette situation, aggravée par toutes sortes de fraudes, est intolérable.

Comment y remédier? Il faudrait revenir au grainage indigène, et créer entre le commerçant et le propriétaire des garanties de la valeur de la graine. Mais, le moyen d'y parvenir! puisque je disais tout à l'heure que neuf fois sur dix au moins le grainage sur place des plus belles chambrées des races jaune et blanche conduit à une ruine certaine l'année suivante.

» Une découverte pratique pourrait tout sauver. Elle devrait consister essentiellement dans l'affirmation motivée qu'il existe partout, même dans les localités les plus éprouvées, des chambrées propres à la reproduction et donner le moyen de les reconnaître, à l'exclusion de toutes les autres qui seraient livrées à la filature.

» Cela posé, que vous ai-je écrit? Que j'avais pris une graine provenant, en 1866, de cocons exempts de la principale maladie actuelle, qu'elle avait été élevée en 1867 dans le Gard, de tous les grands centres de production de la soie le plus important et le plus atteint par le fléau, que cette graine avait réussi, et qu'après nouvel examen de la nouvelle chambrée j'avais présumé qu'elle était entièrement bonne pour la reproduction, qu'enfin ce jugement venait d'être confirmé par trois épreuves faites en 1868 aux essais précoces de Saint-Hippolyte et de Ganges. Vous le voyez, ceci n'est autre chose que le grainage indigène rétabli avec succès dans un cas particulier.

» Je viens aujourd'hui vous donner un autre exemple d'une pareille réussite, qui, par l'opposition remarquable d'un échec correspondant, ajoutera beaucoup à votre confiance.

» Ma démonstration sera, en outre, d'autant plus complète qu'il s'agira de faits que j'ai prévus et publiés dans le Rapport que j'ai eu l'honneur d'adresser à S. Exc. le Ministre de l'Agriculture le 25 juillet dernier (*voir* page 14 de ce document).

» Au mois de juin 1867, dans les derniers temps de mon séjour à Alais, deux éducateurs de cette ville, Mme Meynadier et M. Mazel, vinrent me consulter sur la possibilité de faire grainer utilement leurs chambrées, qui, toutes deux, avaient très-bien réussi et *provenaient d'ailleurs exactement de la même graine*, livrée par un employé de chemin de fer demeurant à Montpellier, M. Poujol. Le conseil qui m'était demandé par ces éducateurs et par les personnes qui désiraient acheter leurs cocons pour les livrer au grainage, à cause de leur beauté et du succès remarqué des deux chambrées, correspond exactement au problème dont je viens de vous entretenir, et de la solution duquel dépend le retour au grainage indigène dans des conditions d'une application sûre. Après avoir fait l'examen au microscope de 72 cocons de M. Mazel et d'un nombre à peu près égal de

Mme Meynadier, j'engageai M. Mazel à livrer sa chambrée au grainage et Mme Meynadier à vendre la sienne à la filature, avec prière de ne conserver qu'une livre de cocons pour graine, afin qu'elle pût controler, en 1868, le jugement que je venais de porter.

» De mon côté, j'ai fait un peu de graine avec quelques couples des papillons issus de l'une et de l'autre de ces chambrées.

» Voici les résultats des essais précoces de Saint-Hippolyte et de Ganges sur ces deux graines. L'épreuve a été quadruple, parce que les chambrées dont il s'agit se composaient d'un mélange à parties égales de cocons jaunes et de cocons blancs des belles races de pays.

Essais de Saint-Hippolyte.

N° 6. — Graine des cocons jaunes Mazel.
Éclosion le 11 février.

1re mue.	18 févr.	On compte	100 vers.
2e »	24 »	»	98 »
3e »	29 »	»	97 »
4e »	8 mars.	»	97 »

Résultat : 96 cocons.

N° 17. — Graine des cocons jaunes Meynadier.
Éclosion le 11 février.

1re mue.	18 févr.	On compte	100 vers.
2e »	24 »	»	97 »
3e »	1 mars	»	89 »
4e »	10 »	»	81 »

Résultat : 55 vers seulement à la montée; aucun d'eux n'a fait son cocon; maladie caractérisée des corpuscules avec quelques morts-flats.

Essais de Ganges.

N° 7. — Graine des cocons blancs Mazel.
Éclosion le 7 février.

1re mue.	20 févr.	On compte	100 vers.
2e »	27 »	»	100 »
3e »	6 mars.	»	100 »
4e »	15 »	»	100 »

Résultat : 93 cocons.

N° 16. — Graine des cocons blancs Meynadier.
Éclosion les 6, 7, 9 février.

1re mue.	20 févr.,	20 févr.,	21 févr.	100 vers.
2e »	27 »	27 »	29 »	78 »
3e »	4 mars,	7 mars,	8 mars.	78 »
4e »	15 »	18 »	20 »	

Mortalité de plus en plus grande après la quatrième mue.

Résultat : pas un seul cocon; maladie des corpuscules des plus accusées. J'examine huit vers pris au hasard : tous sont remplis de corpuscules.

» En résumé, les deux épreuves de la graine Mazel ont fourni 96 et 93 cocons pour 100 vers comptés au premier repos de la première mue, et les épreuves correspondantes de la graine Meynadier n'ont pas donné un seul cocon. Pourtant, je le répète, les deux chambrées Mazel et Meynadier, issues de la même graine, avaient eu la même réussite.

» D'où peuvent provenir tant de ressemblance dans le succès de deux chambrées d'une même graine, considérées jusqu'à la formation des cocons, et tant de différence entre leurs papillons, envisagés sous le rapport de la reproduction? Pour le comprendre, il faut se reporter à mes premières observations de 1865, par lesquelles j'ai constaté que des vers pouvaient être tous empoisonnés sans offrir un seul corpuscule à la montée. Il faut se reporter principalement à nos expériences de 1867, par lesquelles j'ai reconnu que le mal avait une incubation très-lente, et que quand je *contagionnais* des vers très-sains après la quatrième mue, tous faisaient leurs cocons, et les corpuscules n'apparaissaient dans les chrysalides que quinze jours environ après l'empoisonnement.

» La graine Poujol n'avait pas la maladie des corpuscules; cela est prouvé par la chambrée Mazel. Cette maladie n'a donc pu frapper la chambrée Meynadier de façon à la faire périr à l'état de vers. Mais ces vers furent tous empoisonnés, et dès lors les chrysalides et les papillons furent chargés de corpuscules.

» Enfin, quelle a pu être la cause occasionnelle de l'empoisonnement de ces vers? Je l'ai indiquée dans mon Rapport au Ministre. Mme Meynadier a élevé la graine Poujol sous le même toit que deux autres graines de Portugal et de pays, qui avaient, elles, au plus haut degré, et déjà sous forme de vers, la maladie des corpuscules. L'échec de ces graines a été complet.

» On ne sait pas jusqu'à quel point on entretient et on propage la maladie par des associations de graines. Autrefois, chaque éducateur n'en élevait que d'une sorte; aujourd'hui, il en élève au moins de deux ou de trois, souvent davantage, par l'espoir que toutes ne seront pas également mauvaises; mais, sur ce nombre, la majorité est très-malade, s'il s'agit des graines à cocons jaunes et blancs. La peste est donc dans la chambrée. Néanmoins, si une des graines est saine, elle donne des cocons, parce que, je le répète, l'éducation dure trop peu de temps pour que la maladie, lente à apparaître sous forme de corpuscules, puisse frapper le ver à l'état de ver; mais la chrysalide est perdue comme sujet propre à la reproduction. C'est ce qui est arrivé à la chambrée Meynadier. M. Mazel, au contraire, n'a élévé que la seule graine Poujol dans sa magnanerie.

» Permettez-moi de compléter toutes ces observations par le signalement microscopique des papillons qui m'avait permis de prévoir, dès le 3 juin 1867, les résultats dont je viens de vous entretenir.

Papillons de quatre couples Meynadier jaunes qui ont produit la graine de l'essai n° 17.

Mâles.			Femelles.		
Belles ailes.	150	corpuscules par champ.	Belles ailes.	500	corpuscules par champ.
»	250	»	»	800	»
»	500	»	»	200	»
»	pas	»	»	pas	»

Papillons de six couples Meynadier blancs qui ont produit la graine de l'essai n° 16.

Mâles.			Femelles.		
Belles ailes.	50	corpuscules par champ.	Belles ailes.	800	corpuscules par champ.
»	150	»	»	1000	»
»	500	»	»	600	»
»	500	»	»	500	»
»	800	»	»	150	»
»	150	»	»	1000	»

» Les papillons Mazel des essais n°s 6 et 7 étaient, au contraire, tout à fait privés de corpuscules.

» Enfin, j'ajoute que l'examen microscopique de ces divers papillons n'a certainement pas duré plus d'un quart d'heure.

» Quant au résultat de ce rapide et non moins facile examen, car j'aurais pu le faire faire par un enfant de huit ans que je m'étais amusé à habituer à ce travail, il a permis de prévenir, pour 1868, l'insuccès absolu de 150 onces de mauvaise graine et de substituer à celle-ci un poids égal de bonne semence.

» J'espère que mes études de cette année perfectionneront les pratiques propres à éloigner le fléau. Vous savez que j'ai rencontré, chemin faisant, une forme de la maladie dont la part d'influence funeste avait été ignorée jusqu'à présent. C'est sur elle que je concentre toutes mes observations actuelles. Toutefois, son étude est déjà bien avancée, ce me semble, par les résultats que j'ai eu l'honneur de vous communiquer récemment.

» En résumé, dans le département du Gard, le plus frappé depuis vingt ans par la terrible maladie, et conséquemment dans toutes les contrées où l'on élève des vers à soie, il existe des chambrées bonnes pour la reproduction et propres à ramener le grainage indigène dans des conditions de garantie et de succès. Ces chambrées sont faciles à découvrir à l'exclusion des autres qui devraient être livrées aux filateurs. Il est non moins facile de les multiplier par quelques précautions et par l'emploi de graines reconnues irréprochables.

» J'ose assurer que le salut des éducateurs est entre leurs mains. Qu'ils imitent un propriétaire éclairé des Basses-Alpes, M. Raibaud-l'Ange, Directeur de la Ferme-École de Paillerols, qui a fait, en 1867, en prenant mes indications pour base, plusieurs milliers d'onces de graines. Après avoir surveillé avec soin, de la quatrième mue à la montée, afin de s'assurer de la vigueur des vers et de l'absence de la maladie des morts-flats, soixante-dix-huit chambrées, il les a toutes examinées au microscope à l'état de chrysalides et de papillons. Ce double examen lui a permis d'en conserver dix-sept. Il a fait étouffer les autres. Quatre sortes de graines fournies par quatre de ces dix-sept chambrées, choisies au hasard, parmi ces dernières, à la convenance des éducateurs intéressés, viennent d'être éprouvées aux essais précoces de Ganges et de Saint-Hippolyte : ces quatre essais ont donné les meilleurs résultats. Mais, tout à côté de M. Raibaud-l'Ange, dans les Basses-Alpes, on faisait de la graine en prenant pour guide les anciennes pratiques. Je pourrais démontrer, dès à présent, que parmi ces graines il en existe par milliers d'onces qui échoueront complétement aux éducations de cette année. Or les personnes qui ont confectionné ces graines, lesquelles vont achever de ruiner des centaines d'éducateurs, auraient pu reconnaître avec évidence, par quelques minutes d'observation au microscope, qu'elles allaient préparer de la graine détestable. Un des grands avantages du système que je préconise consiste à préjuger de la qualité de la graine avant qu'elle soit faite. C'est une condition de succès pour éloigner les désastres de la sériciculture, parce que toute graine faite est une graine qui sera élevée (1). Il faut donc pouvoir empêcher la confection des graines destinées à périr.

» M. Raibaud-l'Ange vient de m'adresser la liste exacte de tous les propriétaires auxquels il a livré les graines de ses dix-sept chambrées. Afin que vous jugiez mieux de l'importance de son initiative, déjà signalée avec à-propos dans un Rapport officiel de M. Rendu, Inspecteur général de l'Agriculture, permettez-moi de vous donner le nombre des propriétaires qui élèveront ses graines dans nos principaux départements séricicoles : seize dans le Gard, dix dans l'Isère, trois dans l'Ardèche, trois dans la Drôme, un dans l'Hérault, trois dans les Bouches-du-Rhône, huit dans le Vaucluse,

---

(1) Je n'affirmerais pas que, dans tous les cas où l'examen microscopique des papillons fait éliminer une graine, celle-ci ne pourrait donner une chambrée rémunératrice. Mais cette graine ne se trouve condamnée que pour être remplacée par une meilleure. Il n'y a pas d'intérêt à connaître sans exception toutes les chambrées propres à la reproduction.

sept dans le Var, deux dans les Alpes-Maritimes, quinze dans les Hautes-Alpes, trente dans les Basses-Alpes, un dans la Savoie.

» Plusieurs de ces personnes ont acheté une assez grande quantité des graines dont il s'agit pour pouvoir en distribuer, notamment M. Plagnol, habile éducateur de Chomérac, dans l'Ardèche.

» Enfin, cent douze éducateurs des Hautes et Basses-Alpes vont faire autant d'éducations de une demi, une et deux onces de ces mêmes graines, qui seront destinées aux grainages de M. Raibaud-l'Ange, en 1868. Il sortira peut-être de ces nouvelles chambrées 200 à 300 kilogrammes de graine de bonne qualité. C'est presque le centième de ce qu'il faut à la France entière. Jugez par là de ce que peut accomplir l'initiative individuelle quand elle prend pour guide les résultats établis par l'expérience, au lieu de s'abandonner à de vagues dissertations ou de se confier à de prétendus remèdes dont l'efficacité n'a d'autre appui que les idées préconçues de leurs auteurs.

» Je terminerai en vous faisant connaître deux autres réussites de graines industrielles, à cocons jaunes et blancs, issues de papillons à peu près exempts de la maladie des corpuscules. En premier lieu, la graine Guchens, de Perpignan, dont il est question dans mon Rapport au Ministre de l'Agriculture du 25 juillet dernier : j'ai fait faire deux essais de cette graine, sous les n°s 5 et 36, à la serre de Ganges. Le n° 5 était la graine des papillons sans choix, et le n° 36 la graine des papillons choisis. Le n° 5 a fourni 95 cocons pour 100 vers comptés au premier repos de la première mue, et le n° 36 en a fourni 93.

» Voici le deuxième et très-remarquable succès. Un graineur de Saint-Bauzille-de-Putois, M. Roux, m'a adressé, le 16 juillet 1867, une centaine de papillons d'un de ses grainages à beaux cocons blancs de pays. Aucun de ces papillons n'était corpusculeux. Je me suis empressé de signaler ce fait à M. le comte de Rodez, directeur des essais précoces de Ganges, qui habite Saint-Bauzille, en le priant de faire acheter la graine Roux pour la distribuer parmi les membres du Comice agricole de Ganges. Cette graine, éprouvée par M. de Rodez aux derniers essais précoces, a fourni 100 cocons pour 100 vers comptés au premier repos de la première mue.

» N'oubliez pas toutefois de remarquer l'incertitude attachée au résultat de l'examen des papillons d'une chambrée qui n'est pas autrement connue. Que les papillons tels que ceux dont je viens de parler soient tous privés de corpuscules, on ne pourra affirmer que deux choses :

» C'est que leur graine sera parfaitement exempte de la maladie corpus-

culeuse, et, en outre, que les vers issus de cette graine ne périront pas, à l'état de vers, par l'effet de cette maladie. Mais on ne peut garantir que la graine n'aura pas constitutionnellement une maladie d'une autre nature, notamment celle des morts-flats.

» J'insiste sur ce point, parce que, sans cela, il serait facile de commettre des erreurs dans les jugements anticipés sur la valeur des graines. Il suffirait de s'adresser à des papillons exempts de corpuscules, mais provenant d'une chambrée de vers languissants et ayant péri en partie de la maladie des morts-flats de la quatrième mue à la montée (1). Je ferai observer, d'ailleurs, que ce n'est pas assez de savoir qu'une chambrée a donné un fort rendement pour que l'on soit toujours assuré qu'elle n'était pas sous l'influence de cette maladie. En effet, une once de graine du poids de 25 grammes fournit quelquefois 55 kilogrammes de cocons, et, à la rigueur, elle peut en donner bien davantage. Supposez qu'elle n'en produise que 45, ce qui est encore une très-belle réussite, mais que la mortalité correspondant à la différence de 45 à 55, qui est de plus d'un cinquième, se rapporte presque entièrement à l'âge des vers compris entre la quatrième mue et la montée, et que cette mortalité soit due à la maladie des morts-flats. Dans ce cas, soyez-en sûr, les 45 kilogrammes de cocons produiront une graine qui aura héréditairement cette maladie, lors même que tous les papillons seraient exempts de corpuscules. Vous êtes alors dans le cas des expériences que je vous ai communiquées dans ma Lettre du 20 mars dernier, expériences qui prouvent que des papillons sans corpuscules, mais originaires de vers atteints de la maladie des morts-flats, donnent de la graine affectée constitutionnellement de cette maladie.

» Aussi ne saurait-on sans danger se priver de la garantie qui résulte de l'observation d'une bonne marche de la chambrée de la quatrième mue à la montée. Si vous avez des vers d'apparence vigoureuse à cet âge et que les papillons auxquels ils donneront lieu soient privés de corpuscules, ne craignez rien, faites grainer tous ces papillons, et votre graine sera excellente. Négligez, au contraire, la première prescription, vous pourrez avoir la maladie des morts-flats; négligez la seconde, vous pourrez avoir la maladie corpusculeuse; négligez-les toutes deux, vous pourrez avoir à la fois l'une et l'autre de ces deux maladies. C'est ce qui est arrivé le plus fréquemment dans les grainages des races jaune et blanche dans ces vingt dernières années. »

---

(1) Ou qui ont souffert du froid à cet âge : du moins je crois avoir des motifs de le présumer.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE. — *Problème de la trisection de l'arc.* — *Propriétés de l'équation* $x^3 - 3x + K = 0$. — *Nouvelle méthode de résolution de l'équation du troisième degré, au moyen des tables de logarithmes; par* **M. Vériot.** (Suite.) (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« *Notes de la fin du Mémoire.* — Dans l'un de ses procédés géométriques pour la mise en équation du problème de la trisection de l'arc, l'auteur remarque que, sur la corde donnée K, on construit un trapèze inscrit ayant trois côtés égaux, et que la surface de ce dernier est égale au quart du cube de l'une de ses diagonales. De là, la possibilité d'exprimer la surface π du cercle en série, en partant de polygones réguliers. Par exemple, en partant du triangle équilatéral, on aurait

$$\pi = \frac{3\sqrt{3}}{4} + \frac{3}{4}\,8\,\overline{\sin}^{3}\frac{2\pi}{3^2} + \frac{3}{4}\,3\times 8\,\overline{\sin}^{3}\frac{2\pi}{3^3} + \frac{3}{4}\,3^2\times 8\,\overline{\sin}^{3}\frac{2\pi}{3^4} + \cdots,$$

ou bien

$$\frac{1}{6}\left(\pi - \frac{3\sqrt{3}}{4}\right) = \overline{\sin}^{3}\frac{2\pi}{3^2} + 3\,\overline{\sin}^{2}\frac{2\pi}{3^3} + 3^2\,\overline{\sin}^{3}\frac{2\pi}{3^4} + 3^3\,\overline{\sin}^{3}\frac{2\pi}{3^5} + 3^4\,\overline{\sin}^{3}\frac{2\pi}{3^6} + \cdots.$$

» En partant du carré on obtiendrait

$$\pi = 2 + \frac{4}{4}\,8\,\overline{\sin}^{3}\frac{2\pi}{4.3} + \frac{4}{4}\times 3\times 8\,\overline{\sin}^{3}\frac{2\pi}{4.3^2} + \frac{4}{4}\,3^2\times 8\,\overline{\sin}^{3}\frac{2\pi}{4.3^3}$$
$$+ \frac{4}{4}\,3^3\times 8\,\overline{\sin}^{3}\frac{2\pi}{4.3^4} + \cdots,$$

ou bien

$$\frac{1}{8}(\pi - 2) = \overline{\sin}^{3}\frac{2\pi}{4.3} + 3\,\overline{\sin}^{3}\frac{2\pi}{4.3^2} + 3^2\,\overline{\sin}^{3}\frac{2\pi}{4.3^3} + 3^3\,\overline{\sin}^{3}\frac{2\pi}{4.3^4} + 3^4\,\overline{\sin}^{3}\frac{2\pi}{4.3^5} + \cdots.$$

» Par des considérations analogues, déduites de la division de l'arc en deux parties égales, on trouverait, en partant du carré,

$$\pi = 2 + 8\sin\frac{2\pi}{8}\,\overline{\sin}^{2}\frac{2\pi}{16} + 16\sin\frac{2\pi}{16}\,\overline{\sin}^{2}\frac{2\pi}{32} + 32\sin\frac{2\pi}{32}\,\overline{\sin}^{2}\frac{2\pi}{64}$$
$$+ 64\sin\frac{2\pi}{64}\,\overline{\sin}^{2}\frac{2\pi}{128} + \cdots,$$

ou bien

$$\pi - 2 = 2^3\sin\frac{2\pi}{2^3}\,\overline{\sin}^{2}\frac{2\pi}{2^4} + 2^4\sin\frac{2\pi}{2^4}\,\overline{\sin}^{2}\frac{2\pi}{2^5} + 2^5\sin\frac{2\pi}{2^5}\,\overline{\sin}^{2}\frac{2\pi}{2^6} + \cdots.$$

» Dans une autre Note, l'auteur démontre que toute racine d'un degré quelconque de l'unité, $x^n - 1 = 0$ peut se mettre sous la forme

$$x = \cos\alpha + \sin\alpha\sqrt{-1}.$$

» Considérant enfin comme applications, dans une dernière Note, les deux équations

$$(1) \qquad x^3 - 3x + 1 = 0,$$

$$(2) \qquad x^3 - 3x + \sqrt{3} = 0,$$

dont la première donne les côtés c, c', $-c''$ des polygones réguliers convexes et étoilés de dix-huit côtés, et la deuxième les côtés a, a' et $-a''$ des ennéagones réguliers, l'auteur fait voir que, en posant $x = y + \frac{1}{y}$ dans (1), on obtient l'équation

$$(3) \qquad y^6 + y^3 + 1 = 0.$$

Cette dernière est telle, que l'une quelconque de ses racines, élevée à une puissance quelconque, donne toutes les racines de $y^9 - 1 = 0$.

» En effet,

$$(y^6 + y^3 + 1)(y^3 - 1) = y^9 - 1,$$

et la somme de deux racines conjuguées de (3) donne les racines de (1). Les neuf racines de (3) sont en effet, en appelant B l'une d'elles,

$$B = -\cos 20^\circ - \sin 20^\circ\sqrt{-1} \ldots\ldots = -\cos 20^\circ - \sin 20^\circ\sqrt{-1} \ldots\ldots = -\frac{c''}{2} - \frac{a}{2}\sqrt{-1},$$

$$B^2 = +\cos 40^\circ + \sin 40^\circ\sqrt{-1} \ldots\ldots = +\cos 40^\circ + \sin 40^\circ\sqrt{-1} \ldots\ldots = +\frac{c'}{2} + \frac{a'}{2}\sqrt{-1},$$

$$B^3 = -\cos 60^\circ - \sin 60^\circ\sqrt{-1} \ldots\ldots = -\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3}\sqrt{-1}}{2} \ldots\ldots = -\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2}\sqrt{-1},$$

$$B^4 = +\cos 80^\circ + \sin 80^\circ\sqrt{-1} \ldots\ldots = +\cos 80^\circ + \sin 80^\circ\sqrt{-1} \ldots\ldots = +\frac{c}{2} + \frac{a''}{2}\sqrt{-1},$$

$$B^5 = -\cos 100^\circ - \sin 100^\circ\sqrt{-1} \ldots\ldots = +\cos 80^\circ - \sin 80^\circ\sqrt{-1} \ldots\ldots = +\frac{c}{2} - \frac{a''}{2}\sqrt{-1},$$

$$B^6 = +\cos 120^\circ + \sin 120^\circ\sqrt{-1} \ldots\ldots = -\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}\sqrt{-1}}{2} \ldots\ldots = -\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2}\sqrt{-1},$$

$$B^7 = -\cos 140^\circ - \sin 140^\circ\sqrt{-1} \ldots\ldots = +\cos 40^\circ - \sin 40^\circ\sqrt{-1} \ldots\ldots = +\frac{c'}{2} - \frac{a'}{2}\sqrt{-1},$$

$$B^8 = +\cos 160^\circ + \sin 160^\circ\sqrt{-1} \ldots\ldots = -\cos 20^\circ + \sin 20^\circ\sqrt{-1} \ldots\ldots = -\frac{c''}{2} + \frac{a}{2}\sqrt{-1},$$

$$B^9 = -\cos 180^\circ - \sin 180^\circ\sqrt{-1} \ldots\ldots = +1 - 0 \ldots\ldots = +1 - 0.$$

» La différence de deux racines *conjuguées* de (3) donnerait l'une des racines de (2) multipliée par $\sqrt{-1}$. »

CHIMIE. — *Sur la formule de l'acide molybdique et l'équivalent du molybdène.* Note de **M. H. Debray**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

(Renvoi à la Section de Chimie, à laquelle M. Dumas est prié de s'adjoindre.)

« L'existence de composés phosphomolybdiques et l'association fréquente de l'acide molybdique et de l'acide vanadique, dans les composés naturels, conduisaient naturellement à attribuer à l'acide molybdique la formule $M'O^5$. La constitution des acides phosphomolybdiques se prêtait très-bien à ce changement, puisque les formules PhO^5, $20MO^3$ et PhO^5, $5MO^3$ deviennent PhO^5, $12M'O^5$ et PhO^5, $3M'O^5$, si l'on pose $M' = \frac{5}{3}M = 80$.

» Mais la densité de vapeurs du seul chlorure de molybdène qu'il soit facile de soumettre à ce genre d'expériences étant contraire à cette hypothèse, j'ai conservé dans mon travail la formule habituellement acceptée pour l'acide molybdique.

» I. Le chlorure de molybdène dont je me suis servi a été préparé par l'action directe du chlore sur le métal légèrement chauffé. Le produit, distillé dans un courant de gaz carbonique sec, afin d'éliminer le chlore en excès, a une couleur verte foncée; il fond à 194 degrés et bout à 268 degrés en donnant une vapeur rouge très-intense. La condensation de ces vapeurs donne de beaux cristaux à reflets verdâtres, facilement altérables à l'air humide et très-solubles dans l'eau. Leur dissolution produit une véritable ébullition, par suite de la chaleur dégagée, mais sans aucun dégagement de gaz; le liquide qui en résulte est bleu ou vert. Le mode de préparation et la plupart de ces caractères se rapportent, comme on le voit, à un chlorure de molybdène, auquel Berzélius et beaucoup d'auteurs attribuent la formule MCl^2, sans doute parce que sa dissolution, précipitée par l'ammoniaque, donne un abondant précipité, couleur de rouille, de bioxyde de molybdène hydraté; mais il est facile de s'assurer que la liqueur filtrée retient encore une grande quantité d'acide molybdique, et, de plus, trois analyses de ce corps ont donné de 35 à 35,2 pour 100 de molybdène. La formule M^2Cl^5 exige précisément 35 pour 100 de métal, tandis que la formule MCl^2 en demanderait un peu plus de 40 pour 100.

» La densité de vapeurs de ce chlorure, prise à 350 degrés, dans l'ap-

pareil à mercure de MM. H. Sainte-Claire Deville et Troost, a donné les deux nombres 9,53 et 9,40, peu différents de 9,47, qui représente la densité théorique du chlorure M^2Cl^5 correspondant à 4 volumes de vapeur.

» Pour que la formule $M'O^5$ fût acceptable, il aurait fallu trouver, pour la densité de ce chlorure, 15,8, ou sa moitié 7,9 ($15,8 = \frac{5}{3}\,9,47$). Ces nombres, trop différents de ceux de l'expérience, ne laissent aucune incertitude à cet égard. Cependant il est singulier de voir la considération des densités des chlorures de tungstène WCl^3 et $WOCl^2$ conduire, ainsi que je l'ai démontré il y a quelque temps (1), à attribuer la formule $W'O^5$ à l'acide tungstique, qui présente cependant bien moins d'analogie avec l'acide vanadique V^2O^5 que l'acide molybdique. On ne peut guère admettre que la différence des résultats obtenus pour les deux acides soit due à celle des chlorures employés; cependant, afin de lever toute incertitude, je me propose de déterminer la densité des vapeurs du chlorure de tungstène W^2Cl^5 et de l'oxychlorure de molybdène $MOCl^2$, s'il est possible de les obtenir dans un état de pureté suffisant.

» II. Dans un travail sur les équivalents, devenu classique, M. Dumas a attribué à celui du molybdène la valeur 48. Dans ces dernières années, M. Delafontaine et M. Ullik se sont néanmoins servis du nombre 46 dans leurs recherches importantes sur les molybdates, et, de plus, M. Rammelsberg, en opérant, comme l'avait fait M. Dumas, la réduction de l'acide molybdique par l'hydrogène, a obtenu le nombre 46, qui est généralement accepté en Allemagne. Il était donc utile de vérifier cette détermination et d'en contrôler les résultats par une méthode différente; je dirai de suite que mes expériences conduisent au nombre de M. Dumas.

» J'ai préparé de l'acide molybdique pur, en le sublimant dans un tube de platine. Celui qui a été volatilisé dans la porcelaine contient dans les parties plus compactes qui touchent le tube un peu de silice et d'alumine, que l'on met en évidence en dissolvant l'acide dans l'ammoniaque; l'acide molybdique attaque en effet facilement la porcelaine à la température à laquelle il peut se condenser.

» L'acide sublimé est extrêmement volumineux; pour le rendre compacte, afin d'opérer sur une grande quantité de matière, il faut le transformer en molybdate d'ammoniaque : ce sel donne par une calcination ménagée un acide dense et parfaitement exempt d'oxydes inférieurs.

---

(1) *Comptes rendus*, t. LX, p. 320.

» On opère d'abord la transformation de l'acide qui est volatil, en oxyde rouge fixe, en le chauffant dans un courant d'hydrogène à la plus basse température possible; cette réduction s'effectue dans un tube de verre, elle est toujours accompagnée d'un transport de matière qui va former un anneau rouge au-dessus et en avant de la nacelle. Il faut retirer soigneusement cette matière du tube, en la soumettant à l'action successive de l'acide azotique et de l'ammoniaque, et en déterminer le poids qui n'est pas négligeable. On achève la réduction dans un tube de porcelaine non vernissée, à une température très-élevée.

» A ces températures, le molybdène attaque et réduit la porcelaine partout où il la touche, il est donc nécessaire d'employer des nacelles de platine, faciles à fabriquer avec une feuille de métal. L'alliage de deux métaux, assez limité, n'a d'ailleurs aucun inconvénient, mais il faut avoir soin de protéger la nacelle contre l'action de la porcelaine au moyen d'une lame intermédiaire de platine. Cette lame devient rapidement cassante, parce que, sous l'influence de l'hydrogène, le platine réduit la porcelaine et lui prend du silicium et de l'aluminium.

» Enfin, il faut éviter l'emploi de bouchons de liége, susceptibles de fournir, lorsqu'ils sont un peu trop chauffés, des gaz carburés auxquels le molybdène emprunte facilement du carbone. Je me servais d'un long tube de porcelaine, muni à une extrémité d'une tubulure étroite, faisant l'office de tube abducteur pour l'hydrogène; à l'autre extrémité on adaptait une allonge, afin que l'appareil ne contînt aucune matière susceptible de fournir du charbon au métal.

» On purifiait l'hydrogène en le faisant passer sur une longue colonne de cuivre, maintenue au rouge, pendant toute la durée d'une expérience; on le séchait ensuite avec de la potasse fondue.

» Voici le résultat de trois expériences effectuées dans ces conditions :

	Acide molybdique employé.	Métal réduit.	Équivalent déduit de l'expérience.
1re expérience...........	5gr,514	3gr,667	48,03
2e expérience...........	7,910	5,265	48,04
3e expérience...........	9,031	6,015	47,84

» Dans la dernière expérience, la matière transportée lors de la réduction partielle a été beaucoup plus considérable que dans les deux autres; l'anneau correspondait à 21 milligrammes d'acide; de plus, une petite quantité de matière extrêmement ténue, entrainée par le courant d'hydro-

gène, jusque dans le tube de dégagement, n'a pu être dosée. De là une petite diminution dans l'équivalent.

» La synthèse du molybdate d'argent cristallisé permet de vérifier ces résultats. En évaporant lentement, dans une étuve obscure, une solution fortement ammoniacale d'acide molybdique et d'azotate d'argent, on obtient de petits octaèdres réguliers, incolores et très-réfringents, de molybdate d'argent. Cette solution, contenue dans un grand matras à fond plat, pour éviter toute perte par les projections, contenait un peu plus d'argent que n'en exigeait l'hypothèse $M = 46$, $MO^3 = 70$; on l'amenait doucement à siccité, et en reprenant par l'eau on dissolvait l'excès d'azotate d'argent; il était facile de déterminer dans cette liqueur le poids de l'argent non précipité par l'acide molybdique, en le transformant en chlorure que l'on pesait. Quoique le molybdate d'argent soit extrêmement peu soluble dans l'eau, cependant les traces d'acide molybdique contenues dans la liqueur suffisaient pour en retarder notablement l'éclaircissement, et rendre incommode l'emploi des liqueurs titrées (1).

» On a trouvé ainsi : 1° que $5^{gr},510$ d'acide molybdique, en présence de $7^{gr},884$ d'argent, en ont précipité seulement $7^{gr},657$, ce qui correspond à l'équivalent $M = 48,00$; 2° que $7^{gr},236$, mis en présence de 12 grammes d'argent en ont précipité $10^{gr},847$, ce qui correspond à $M = 47,98$.

» Il est bien entendu que le molybdate d'argent ainsi obtenu ne retient pas d'ammoniaque. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la production du paracyanogène et sa transformation en cyanogène.* Note de **MM. L. Troost** et **P. Hautefeuille**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

« Depuis un certain nombre d'années, on se préoccupe très-sérieusement des transformations que les corps simples peuvent éprouver dans leur constitution et dans leurs propriétés. Le cynaogène auquel Gay-Lussac a trouvé un véritable isomère, le paracyanogène, nous a paru mériter une étude spéciale : c'est un corps composé qui jouit de toutes les propriétés d'un corps simple; il était intéressant de savoir si sous ses deux formes il était comparable au phosphore blanc et au phosphore rouge.

» Nous avons dû, dans la première partie du travail que nous soumet-

(1) L'eau, après avoir séjourné une journée avec le molybdate d'argent, donne, lorsqu'on y ajoute de l'acide chlorhydrique, un léger trouble qui se forme avec lenteur.

tons à l'Académie, nous occuper d'abord de la transformation du cyanogène libre ou combiné en paracyanogène : ce sera l'objet de la présente Note. Nous aborderons ensuite le problème de la transformation inverse et des circonstances physiques et mesurables au milieu desquelles cette transformation s'opère : ce sera l'objet d'un second Mémoire.

» *Action de la chaleur sur le cyanure de mercure.* — On sait que le cyanure de mercure soumis à l'action de la chaleur laisse un résidu de paracyanogène. Nos recherches montrent comment la proportion de paracyanogène qui se forme est influencée tant par la température à laquelle s'effectue la décomposition du cyanure que par la pression exercée par le cyanogène sur le sel qui se décompose.

» L'emploi des appareils à température constante produite par les vapeurs de liquides maintenus en ébullition nous a permis de réaliser un grand nombre d'expériences comparables exécutées dans des tubes scellés à la lampe et portés en tous leurs points à la même température. Cette dernière précaution est indispensable si l'on veut faire des déterminations numériques; car, dans toutes les opérations exécutées dans des tubes dont une partie seulement était chauffée, nous avons constaté qu'une certaine quantité de cyanure de mercure échappait à la décomposition par suite d'une volatilisation apparente ou réelle, et se déposait sur les parties froides en beaux cristaux incolores qui appartiennent au système du prisme droit à base carrée d'après les observations de M. Des Cloizeaux.

» Le tableau suivant, qui résume quelques-uns de nos résultats, fait nettement ressortir l'avantage d'une décomposition à basse température et sous une forte pression :

TEMPÉRATURE.	PRESSION qu'exercerait la totalité du cyanogène.	PRESSION FINALE du cyanogène non transformé.	PROPORTION de paracyanogène.	OBSERVATIONS.
350° (mercure bouillant).	21 atmosphères.	14 atmosphères.	34 p. 100	Dans ces expériences, le cyanure de mercure a été complétement décomposé après 72 heures de chauffe à 350 degrés, ou après 26 heures de chauffe à 440 degrés. La décomposition à 600 degrés se fait en quelques instants. Dans ces conditions, le cyanogène gazeux qui se dégage est complétement absorbable par la potasse.
	32 »	20,5 »	37 p. 100	
	57 »	34 »	40 p. 100	
440° (soufre bouillant).	... »	1 »	12 p. 100	
	35 »	30 »	15 p. 100	
	45 »	36 »	20 p. 100	
	62 »	48 »	23 p. 100	
	108 »	65 »	40 p. 100	
600° environ (étuve à air).	82 »	63 »	22 p. 100	

» *Action de la chaleur sur le cyanure d'argent.* — D'après Thaulow, le cyanure d'argent, soumis à l'action de la chaleur, abandonne *la moitié* de son cyanogène à l'état gazeux; il se produit en même temps une incandescence de toute la masse, et *l'autre moitié* du cyanogène, transformée en paracyanogène, reste unie à l'argent à l'état de *paracyanure* (1). Il résulte de nos expériences que le cyanure d'argent ne se décompose pas à 350 degrés, mais que la décomposition se produit à une température très-peu supérieure. Chauffé lentement à 440 degrés et maintenu à cette température, il se décompose complétement sans fusion ni ignition. La proportion du cyanogène qui, dans ces conditions, passe à l'état de paracyanogène est d'environ 17 pour 100 si l'on maintient le vide pendant la décomposition; elle atteint 20 pour 100 si l'on opère sous la pression atmosphérique, et peut s'élever jusqu'à 64 pour 100 quand on opère dans des tubes scellés, où la pression est d'environ 60 atmosphères.

» Le cyanure d'argent, chauffé lentement jusqu'à 600 degrés environ sous la pression ordinaire, se décompose sans fusion ni ignition, tandis qu'il y a fusion et ignition si l'élévation de température est très-brusque; mais, dans les deux cas, il laisse dégager à l'état gazeux plus de la moitié de son cyanogène; la proportion de paracyanogène formé ne dépasse pas 41 pour 100.

» Si, à cette même température, on opère en vase clos où la pression atteint 80 atmosphères, on obtient jusqu'à 76 pour 100 de paracyanogène.

» La proportion de paracyanogène augmente donc très-notablement avec la pression que supporte le cyanure au moment de sa décomposition, que cette décomposition soit ou non accompagnée de fusion et d'ignition,

---

(1) Le paracyanure d'argent résisterait, suivant Thaulow, à la chaleur la plus intense; pour en séparer l'argent, il emploie successivement l'acide azotique étendu et l'acide sulfurique concentré. Quant au gaz cyanogène, qui s'est dégagé pendant la décomposition du cyanure, il différerait, suivant lui, du gaz que donne le cyanure de mercure : il aurait une odeur tout autre, il exciterait les vomissements et se liquéfierait à 4 degrés sous la pression atmosphérique.

Dans les nombreuses expériences que nous avons faites sur la décomposition du cyanure d'argent par la chaleur, nous avons toujours obtenu du gaz cyanogène identique à celui que fournit le cyanure de mercure; il a la même odeur vive qui prend aux yeux et aux narines; il ne se liquéfie à zéro que sous la pression de 4 atmosphères ou à 20 degrés sous la pression atmosphérique. Les propriétés singulières observées par Thaulow nous paraissent dues à la présence d'un peu d'acide cyanhydrique tenant à la difficulté de dessécher complétement le cyanure d'argent, corps très-hygrométrique.

phénomène qui se produit toujours lorsqu'une forte proportion de cyanogène passe *brusquement* à l'état de paracyanogène. Les proportions variables de paracyanogène obtenues dans les expériences que nous venons de citer excluent toute idée de combinaison définie entre ce corps et l'argent. Le paracyanogène n'est pas là à l'état de paracyanure; il est simplement disséminé dans l'argent pulvérulent ou fondu, et on l'en isole en broyant la matière avec du mercure; ce métal s'empare de l'argent et laisse ce paracyanogène avec ses propriétés ordinaires.

» *Préparation du paracyanogène.* — Quoique le cyanure d'argent, chauffé en vase clos, fournisse plus de paracyanogène qu'une quantité équivalente de cyanure de mercure, ce dernier sel paraît devoir être préféré pour la préparation du paracyanogène, parce qu'il est facile à préparer, à purifier et à dessécher. Ce cyanure de mercure est introduit par fractions de 5 grammes dans des tubes en verre très-résistant, de 10 centimètres environ de capacité, qu'on ferme à la lampe et qu'on chauffe ensuite pendant vingt-quatre heures à la température de 440 degrés (soufre en ébullition). A cette température, le paracyanogène est complétement inaltérable (1).

» Les 40 centièmes environ du cyanogène passent à l'état de paracyanogène. Pour débarrasser ce corps du mercure qui s'y trouve mélangé intimement, on fera passer dans le tube, porté de nouveau à 440 degrés, après avoir été ouvert aux deux extrémités, un courant de cyanogène gazeux qui entraînera le métal. Ce mode de purification du paracyanogène, par voie sèche et à une température peu élevée, est préférable au procédé ordinaire de purification par l'acide sulfurique et calcination au rouge sombre, car le paracyanogène est un corps très-poreux et très-hygrométrique qui retient énergiquement tous les réactifs avec lesquels on les met en contact. La petite quantité d'eau qu'il absorbe à l'air suffit pour déterminer, lorsqu'on le chauffe, la formation d'acide cyanhydrique et de composés ammoniacaux. La calcination seule au rouge sombre détruit d'ailleurs une notable quantité de paracyanogène. »

M. **Warren A. Ferris** adresse de Dallas (Texas) un Mémoire concer-

---

(1) On obtient, dans ces conditions, des résultats beaucoup meilleurs que par le procédé de Brown, qui consiste à chauffer *au rouge sombre* du cyanure de mercure dans un tube de fer fermé par un bouchon métallique, traversé par un conduit que l'on obstrue avec du plâtre qui, devenant poreux en perdant son eau, laissera partir les vapeurs mercurielles et à plus forte raison le cyanogène.

nant la recherche de la meilleure disposition à donner aux portes des écluses.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. **Maisonnier** adresse une Lettre relative à deux Mémoires présentés par lui, sur un instrument destiné à mesurer les hauteurs et les distances inaccessibles.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Binz** exprime le désir que sa brochure relative aux effets thérapeutiques et antiseptiques de la quinine soit admise au concours des prix de Médecine et de Chirurgie.

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

Un auteur anonyme adresse un Mémoire ayant pour titre : « Note, pour servir à éclairer le choléra, sur la tuberculose ».

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

CORRESPONDANCE.

Mme Vve **Poncelet** écrit à l'Académie pour lui faire savoir que, conformément aux dernières intentions de M. le général *Poncelet*, elle met à sa disposition une somme annuelle de 2500 francs, destinée à récompenser l'auteur, français ou étranger, du travail le plus important pour les progrès des mathématiques pures ou appliquées, publié dans le cours des dix années qui auront précédé le jugement de l'Académie.

Cette Lettre sera transmise à la Commission administrative.

MM. **les Commissaires** nommés pour ériger une statue à *Boerhaave* écrivent de Leyde pour faire appel au concours de l'Académie des Sciences.

Cette Lettre sera transmise à la Commission administrative.

La Société de Géographie informe l'Académie qu'elle tiendra sa première assemblée générale de 1868 le vendredi 18 avril.

La Société astronomique de Leipzig, en adressant un certain nombre

d'ouvrages qu'elle vient de publier, sollicite la faveur d'être comprise parmi les Sociétés avec lesquelles l'Académie fait l'échange de ses publications.

(Renvoi à la Commission administrative.)

M. LE PRÉSIDENT DE LA CHAMBRE DE COMMERCE DE L'ILE DE LA RÉUNION fait savoir à l'Académie que, depuis l'envoi qui a été fait à Paris de cannes à sucre contenant les insectes qui les perforent, des Comices agricoles ont été organisés dans la Colonie, ainsi qu'une Chambre d'Agriculture dont le siége est à Saint-Denis. Cette Chambre est le centre où doivent aboutir les travaux des Comices et toutes les questions qui intéressent l'agriculture dans la Colonie; elle s'est chargée d'adresser à l'Académie des cannes à sucre encore en végétation et avec des insectes vivants, conformément au désir qui avait été manifesté par la Commission nommée pour l'examen de cette question.

(Renvoi à la Commission, qui se compose de MM. Payen, Decaisne, Blanchard.)

M. LE SECRÉTAIRE PERPÉTUEL, en présentant à l'Académie le « Guide pratique de Minéralogie » que vient de publier *M. Noguès*, donne lecture du passage suivant de la Lettre d'envoi :

« Ce *Guide pratique* est un livre d'enseignement technique; c'est un cours de Minéralogie usuelle, dans lequel on a cherché à coordonner toutes les données acquises à la science et à l'industrie minérales. On y adopte la méthode dichotomique, dans la détermination des espèces minérales.

» A la suite de chaque famille, est placé un tableau analytique résumant les caractères des espèces qui la constituent. On sait que M. Dufrénoy a fait une première application de cette méthode à la Minéralogie. Notre ouvrage a été écrit principalement pour les personnes qui désirent acquérir des notions justes, pratiques et usuelles sur les minerais métallifères et sur les minéraux employés dans les arts et l'industrie. »

M. LE SECRÉTAIRE PERPÉTUEL signale également, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, la Revue de Géologie, pour les années 1865 et 1866, par *MM. Delesse* et *de Lapparent.*

M. RESAL prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place vacante dans la Section de Mécanique, par suite du décès de *M. Foucault.*

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. Alix prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place vacante, dans la Section de Médecine et de Chirurgie, par suite du décès de *M. Serres*.

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

M. Janssen informe l'Académie qu'il vient de recevoir de M. le Ministre de l'Instruction publique, sur la demande du Bureau des Longitudes, la mission d'aller observer, dans l'Inde anglaise, l'éclipse totale du 18 août prochain. Il désire profiter de ce voyage pour aborder l'étude de diverses questions de physique céleste et terrestre, et demande à l'Académie de vouloir bien augmenter les ressources qui sont mises à sa disposition, afin de lui permettre de réaliser un programme qu'il soumet à son approbation.

Cette demande sera soumise à la Commission administrative.

GÉOMÉTRIE. — *Théorèmes relatifs à la théorie des surfaces; par* **M. P. Morin.**

« 1. Quand deux surfaces Σ, Σ' se coupent suivant une courbe σ, la variation infinitésimale de l'angle V sous lequel se traversent ces surfaces entre deux points de la courbe σ est la somme des torsions géodésiques de cette courbe, considérée comme appartenant successivement à l'une et à l'autre surface.

» On suppose, dans cet énoncé, que les sens positifs des torsions géodésiques ont été choisis convenablement; sinon, la somme des deux angles de torsion pourrait se trouver remplacée par leur différence.

» 2. Corollaire. Si α, R_1, R_2 représentent l'angle que fait la ligne σ en un de ses points M avec la direction principale relative à ce point sur la surface Σ, et les deux rayons principaux de cette surface; si α', R'_1, R'_2 indiquent les mêmes choses relativement à la surface Σ', et que ds soit l'élément d'arc de la courbe σ, on a pour expression des deux torsions géodésiques $d\tau$, $d\tau'$,

$$d\tau = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)\sin 2\alpha\, ds,\quad d\tau' = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{R'_1} - \frac{1}{R'_2}\right)\sin 2\alpha'\, ds,$$

d'où

$$V = V_0 + \frac{1}{2}\int_0^s \left[\left(\frac{1}{R'_1} - \frac{1}{R'_2}\right)\sin 2\alpha' + \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)\sin 2\alpha\right] ds,$$

V_0 étant l'angle des deux surfaces au point adopté comme origine des arcs.

» 3. Si deux surfaces se coupent sous un angle constant, ce qui comprend aussi le cas où elles se touchent suivant une ligne, on a sur toute la

ligne d'intersection ou de contact

$$\frac{\sin 2\alpha'}{\sin 2\alpha} = \frac{\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}}{\frac{1}{R'_1} - \frac{1}{R'_2}}.$$

» 4. Si en particulier $\alpha = 0$ ou $\frac{\pi}{2}$, cette formule donne $\alpha' = 0$ ou $\frac{\pi}{2}$, ce qui exprime ce théorème dû à Joachimsthal : Quand deux surfaces Σ, Σ' se coupent à angle constant, si l'une admet l'intersection σ pour ligne de courbure, l'autre l'admet également comme telle.

» 5. Le théorème 1 montre immédiatement que la réciproque est vraie. Deux surfaces qui admettent une même courbe comme ligne de courbure se touchent ou se traversent suivant cette ligne à angle constant.

» Il n'est peut-être pas hors de propos de remarquer que la théorie de la courbure des lignes de l'espace se rattache immédiatement à celle de la courbure des surfaces : si, en effet, on considère toutes les surfaces qui admettent pour ligne de courbure celle que nous avons appelée σ, on verra que sa surface polaire est le lieu géométrique des centres de courbure principaux qui, pour toutes ces surfaces, correspondent à celles de leurs directions principales qui sont tangentes à la ligne de courbure donnée σ. Chacune des génératrices de cette surface polaire est le lieu des divers centres de courbure principaux construits pour toutes les surfaces et pour un même point de σ. Chacune de ses lignes géodésiques ou chacune des développées de σ est le lieu des centres de courbure principaux construits pour une même surface et pour tous les points de σ. Le lieu des centres de courbure de σ, ou, ce qui revient au même, l'arête de rebroussement de sa surface polaire est celui des centres principaux des diverses surfaces construits, pour chacune d'elles, au point où la direction de sa ligne de courbure σ est osculatrice à l'une de ses lignes géodésiques. Enfin l'angle sous lequel se coupent deux des surfaces est la différence de ceux que forment avec une même génératrice de la surface polaire les deux lignes géodésiques qui leur correspondent.

» La torsion d'une ligne à double courbure dv n'est visiblement autre chose que la torsion géodésique de cette même ligne, considérée comme l'une des courbes de la surface développable formée par ses tangentes et dont elle est l'arête de rebroussement. Donc le premier théorème fournit comme cas particulier le suivant :

» 6. L'angle sous lequel une surface est traversée par le plan osculateur

de l'une quelconque de ses courbes varie de la quantité

$$dV = dv + \frac{1}{2}\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)\sin 2\alpha\, ds.$$

» 7. Plus particulièrement, si la ligne est géodésique, $dV = 0$; d'où

$$dv = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1}\right)\sin 2\alpha.$$

Ce sont les conséquences de cette dernière formule que développe l'auteur de la Note citée. On voit en outre que les propriétés qu'il signale ne sont pas caractéristiques des lignes géodésiques, et qu'elles ont lieu généralement pour toute la classe des lignes dont les plans traversent la surface sous un angle constant quelconque.

» 8. La torsion d'une ligne de courbure d'une surface varie comme l'angle sous lequel son plan osculateur coupe cette surface.

» 9. Sur toute section plane d'une surface, la torsion géodésique varie comme l'angle que cette surface forme avec son plan.

» 10. En combinant ce dernier théorème avec ceux d'Euler et de Meunier, on trouve, en désignant par $\frac{1}{r}$ la courbure de la section plane,

$$\left(\frac{dV}{ds}\right)^2 = \left(\frac{1}{R_1} - \frac{\sin V}{r}\right)\left(\frac{\sin V}{r} - \frac{1}{R_2}\right).$$

Pour une section quelconque il n'y a qu'à changer V en $V - v$ au premier membre.

» 11. Le théorème de M. Dupin fait connaître, en chaque point d'une courbe σ tracée sur une surface, la direction de la génératrice rectiligne de la surface développable circonscrite suivant cette courbe; le corollaire 3 donnerait en outre le rayon de courbure principal de cette développable : on trouve, en désignant par $\frac{1}{\rho}$ la courbure normale de l'arc σ en M, et par $\frac{1}{R'}$ la courbure principale de la surface développable,

$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{\rho} + \rho\frac{d\tau^2}{ds^2},$$

c'est-à-dire que l'excès de la courbure cherchée sur la courbure normale de σ est une troisième proportionnelle à la torsion géodésique de σ et à sa courbure normale.

» Les démonstrations géométriques de 1 et 6 sont d'une simplicité telle, qu'il est inutile de les indiquer. Il est clair du reste que chacune de ces propositions est un corollaire de l'autre. »

CHIMIE MÉTALLURGIQUE. — *De l'emploi du fluorure de calcium pour l'épuration des minerais de fer phosphoreux.* Note de **M. H. Caron**, présentée par M. Boussingault.

« J'ai eu l'honneur de soumettre autrefois à l'Académie les résultats des recherches que j'avais entreprises dans le but d'améliorer les fontes provenant de minerais non manganésifères, très-communs en France. J'étais arrivé à démontrer, par des expériences précises, que l'addition du manganèse (oxydé) dans la charge des hauts fourneaux permettrait sans doute d'entraîner dans les laitiers une partie considérable du soufre et du silicium qui sont contenus soit dans le charbon, soit dans les minerais, et que les fontes s'assimilent toujours trop facilement et en trop grande quantité. Depuis, mes expériences de laboratoire ont reçu la sanction industrielle, et il existe aujourd'hui peu de hauts fourneaux où l'addition du manganèse n'ait amené une amélioration notable dans la qualité des produits.

» J'avais à cette époque reconnu que cet oxyde, tout en agissant énergiquement pour l'expulsion du silicium et du soufre, n'avait pas d'action sensible dans le même sens à l'égard du phosphore. J'ai fait, pour combler cette lacune dans mon travail sur l'amélioration des fontes, beaucoup d'expériences et d'essais infructueux qu'il serait inutile de rapporter ici ; je me bornerai à indiquer la seule méthode qui m'ait donné dans certaines circonstances des résultats appréciables et satisfaisants.

» La plupart du temps, les minerais phosphoreux exploités pour la fabrication des fontes contiennent le phosphore à l'état de phosphate de fer, d'alumine ou de chaux; pour contre-balancer l'action nuisible de l'acide phosphorique, on a l'habitude de mélanger ces minerais avec de la chaux, qui seule jusqu'ici a paru capable d'enlever le phosphore au fer. Malheureusement ces phosphates additionnés de chaux sont peu ou point fusibles, et il devient indispensable d'y ajouter en même temps une assez forte proportion de silice, afin de donner aux laitiers une fluidité suffisante.

» Que se passe-t-il alors? Trois substances se trouvent en présence, des phosphates, de la silice et du charbon, absolument comme dans le procédé indiqué par M. Wöhler, pour la préparation du phosphore; on a donc, d'une part, un laitier siliceux, et, d'autre part, du fer, du charbon et du phosphore libre, qui, naturellement, s'unissent pour former une fonte phosphoreuse. Cette réaction se produit certainement comme je l'indique, car si l'on analyse les laitiers des hauts fourneaux alimentés par des minerais

phosphatés, on n'y trouve pas de phosphore, tandis que la fonte en contient toujours et en quantité rarement inoffensive.

» En admettant que la chaux enlève l'acide phosphorique à l'oxyde de fer, il s'agissait donc de trouver une matière fusible, autre que la silice, et capable de dissoudre le phosphate de chaux sans le décomposer. C'est le fluorure de calcium qui m'a paru *à priori* devoir remplir le mieux ces deux conditions (1). Pour m'en assurer, voici l'expérience que j'ai faite.

» 1° Un mélange en quantité convenable de phosphate de chaux et de fluorure de calcium a été placé dans un creuset en graphite de cornue à gaz, protégé extérieurement par du charbon de bois et enfermé dans un creuset de terre.

» 2° Un mélange convenable de phosphate de chaux et de silice a été placé de même dans un creuset pareil.

» Ainsi préparés, les deux creusets ont été chauffés à la température de fusion de l'acier. Le creuset de charbon contenant la silice et le phosphate a été complétement percé; il est resté du silicate de chaux fondu : le phosphore avait disparu. Le creuset contenant la fluorure et la chaux avait au contraire parfaitement résisté; une légère couche de graphite avait été mangée, probablement à cause de la silice qui s'y trouvait : le culot était phosphoreux et devenait lumineux sous le choc du marteau. Il était donc certain que le fluorure de calcium pouvait dissoudre le phosphate de chaux sans le décomposer.

» J'ai expérimenté alors sur du fer phosphaté; voici ce que j'ai trouvé :

» 1° Un mélange en quantité convenable de phosphate de fer pur, de chaux et de fluorure de calcium a été placé dans un creuset brasqué.

» 2° Un mélange de phosphate de fer pur, de chaux et de silice a été placé dans un creuset semblable.

» Ces deux creusets ont été chauffés à la température de fusion de l'acier. Le creuset contenant la silice était rongé, et le culot de fonte cristallisé en larges lames a pu être cassé très-facilement. Le creuset contenant le fluorure était au contraire à peu près intact, le culot bien fait s'est aplati légèrement sous le marteau, et a fini par se rompre en donnant une cassure d'aspect truité (2). Le premier culot contenait environ trois fois plus de phosphore que le second.

» L'influence du fluorure de calcium m'était ainsi démontrée. En opé-

(1) La kryolithe et sans doute d'autres fluorures fusibles produiraient le même effet.

(2) Ce culot refondu est passé à l'état de fonte blanche.

rant de même et comparativement sur des minerais phosphatés naturels et moins chargés de phosphore que le phosphate de fer pur, on obtient toujours une amélioration sensible par la substitution du fluorure de calcium à la silice; néanmoins cette amélioration devient de moins en moins importante à mesure que la teneur en phosphore des minerais devient plus faible.

» Il n'y a pas que les phosphates qui soient solubles sans décomposition dans le fluorure de calcium : les sulfates, les arséniates, etc., sont dans le même cas. L'alumine même et les substances analogues se dissolvent dans ce fluorure et peuvent être ainsi entraînées dans les laitiers, sans qu'il soit nécessaire de faire intervenir la silice.

» J'ai utilisé cette propriété dissolvante du fluorure de calcium relativement à l'alumine pour obtenir de magnifiques cristaux de corindon. Dans une prochaine communication, j'indiquerai le moyen que j'ai employé pour arriver à ce résultat. »

CHIMIE. — *Sur la cristallisation du soufre.* Note de **M. P. Schützenberger**, présentée par M. Balard.

« En répétant l'expérience de la surfusion du soufre, et en opérant à la fois sur une masse de 150 à 200 grammes, j'ai constaté la formation, au sein du liquide maintenu à 90 degrés, de volumineux cristaux transparents et octaédriques.

» Voici dans quelles conditions l'expérience a été faite et réussie un certain nombre de fois.

» Je remplis un matras d'essayeur, d'une capacité de 150 à 200 grammes, avec du soufre pur (soufre raffiné du commerce, ou mieux soufre octaédrique obtenu dans le sulfure de carbone), de façon qu'après la fusion le liquide occupant toute la panse du matras arrive jusqu'à la partie cylindrique du col. Celui-ci est étiré à la partie supérieure sous forme d'un tube capillaire contourné plusieurs fois de manière à offrir un certain nombre de coudes; il est du reste ouvert, et l'intérieur du ballon communique avec l'atmosphère. Après avoir fondu le soufre dans un bain d'huile à 120 degrés, je porte le matras dans de l'eau maintenue à 95 degrés et renfermée dans un vase à précipités en verre de Bohême. En opérant ainsi, le soufre reste parfaitement fluide pendant des heures; on peut même remuer le matras dans l'eau, le retirer quelques instants du bain-marie. Si la température s'abaisse très-lentement, on voit se former, vers 90 degrés,

au milieu du liquide, ou à sa surface, des cristaux transparents et possédant la même densité que le liquide. Le volume de ces cristaux augmente peu à peu avec une grande lenteur; ils sont isolés ou réunis par groupes de deux, trois, quatre, etc. Lorsque l'on juge que leur volume est assez considérable, il suffit, pour les isoler, de renverser brusquement le matras, de manière à faire couler le liquide dans le col, où il se fige en un instant. Les cristaux sont ainsi dégagés ou ne restent emprisonnés dans la masse solidifiée que par un de leurs sommets. Ils sont et restent indéfiniment transparents. Leur forme est nettement octaédrique et en apparence identique avec celle des cristaux naturels. Les mesures d'angles que M. Friedel a eu la complaisance d'exécuter sur des échantillons que je lui ai fournis ont confirmé l'identité de la manière la plus positive.

» L'expérience réussit plus sûrement si l'on a soin d'ajouter au soufre, avant sa fusion, deux à trois gouttes de sulfure de carbone; mais le phénomène est indépendant de ce tour de main, car il s'est produit plusieurs fois avec du soufre raffiné du commerce sans aucune addition, et les cristaux mesurés par M. Friedel provenaient de cette source.

» Ces résultats rappellent ceux obtenus par M. Pasteur, qui a vu se former, au sein d'une solution de soufre dans un hydrocarbure : d'abord des cristaux prismatiques; puis, lorsque la température était suffisamment basse, des octaèdres. Ils pourront être de quelque utilité dans la théorie de la formation des cristaux naturels dont le mode de génération était jusqu'à présent difficile à concevoir.

» En résumé, les faits nouveaux que j'ai observés prouvent que le soufre fondu cristallise au-dessous de 100 degrés en octaèdres du quatrième système, sans l'intervention d'aucun dissolvant. »

CHIMIE. — *Sur quelques réactions donnant lieu à la formation de l'oxychlorure de carbone.* Note de **M. P. Schützenberger**, présentée par M. Balard.

« Les synthèses remarquables exécutées par M. Harnitz-Harnitzky avec le concours de l'oxychlorure de carbone, $\text{G}\text{O}Cl^2$ (1), ont montré tout le parti que les chimistes peuvent espérer tirer de cet agent. Malheureusement sa production directe exige l'intervention de la lumière solaire. J'ai pensé rendre service aux chimistes en recherchant d'autres modes de synthèse de ce gaz.

» A l'action de la mousse de platine chauffée à 350 degrés sur un mé-

(1) $\text{G} = 12$, $H = 1$, $\text{O} = 16$.

lange de chlore et d'oxyde de carbone, et qui a fait l'objet d'une précédente Note, j'ajouterai les essais suivants dont le résultat a été positif.

» Si dans le tétrachlorure de carbone, $\mathrm{CCl^4}$, on remplace $\mathrm{Cl^2}$ par son équivalent O, on arrive au composé $\mathrm{CCl^2O}$ (oxychlorure de carbone). Cette substitution a été opérée de trois manières différentes :

» 1° En chauffant à 200 degrés, en vase clos, du chlorure de carbone et de l'oxyde de zinc sec. Au bout de quelques heures il s'échappe, lorsqu'on ouvre le tube, une quantité abondante de gaz renfermant de l'oxychlorure de carbone caractérisé par son odeur suffocante et par l'action du sodium à chaud qui le convertit en chlorure de sodium et oxyde de carbone. Le phénomène s'est donc bien passé d'après l'équation prévue

$$\mathrm{CCl^4 + ZnO = CCl^2O + Cl^2Zn};$$

mais le gaz contient en outre beaucoup ($\frac{4}{5}$ environ) d'acide carbonique; en effet, comme on le savait déjà, $\mathrm{COCl^2}$ réagit sur ZnO, pour donner

$$\mathrm{CO^2 + Cl^2Zn}.$$

» 2° En faisant passer sur de la ponce chauffée, à 350 degrés environ, un mélange d'oxyde de carbone et de vapeur de tétrachlorure de carbone. On a

$$\mathrm{2(CCl^4) + CO = COCl^2 + C^2Cl^4}.$$

La quantité de gaz phosgène produite dans ces conditions est considérable, et cette réaction pourrait être utilisée en pratique. CO enlève $\mathrm{Cl^2}$ naissant à $\mathrm{CCl^4}$, à une température insuffisante pour décomposer le chlorure de carbone seul.

» 3° On peut remplacer, avec tout autant de succès, l'oxyde de carbone de l'expérience précédente par de l'acide carbonique, qui donne

$$\mathrm{CCl^4 + CO^2 = 2(COCl^2)}. \text{ »}$$

CHIMIE. — *Des amides de l'acide sulfoxiphosphorique*. Note de **M. Chevrier**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« 1° *Action du gaz ammoniac sur le chlorosulfure de phosphore*. — En 1861, M. E. Baudrimont (1) publia le premier procédé pratique de préparation du chlorosulfure de phosphore et indiqua diverses propriétés de ce liquide. A propos de l'action de l'ammoniaque, ce chimiste s'exprime ainsi :

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. II, 4e série.

« Il (le chlorosulfure de phosphore) absorbe le gaz ammoniac en » s'échauffant beaucoup et en se solidifiant. 6 grammes de $PSCl^3$ (1) » prennent 1gr,8 de ce gaz, ce qui correspond à trois équivalents. Le produit » formé est un peu jaunâtre. Chauffé, il abandonne du chlorhydrate et du » sulfhydrate d'ammoniaque, en laissant un résidu fixe et insoluble que » l'acide azotique attaque à peine. Avant la calcination, ce produit était en- » tièrement soluble dans l'eau. »

» Les nombreuses expériences que j'ai faites sur ce sujet m'ont conduit à des résultats quelque peu différents : 6 grammes de $PSCl^3$ absorbent, non pas 1gr,8 de gaz ammoniac, mais bien 3gr,6, c'est-à-dire le double, ou six équivalents; 16gr,95 ($\frac{1}{10}$ d'équivalent) en absorbent 10gr,2 ($\frac{6}{10}$ d'équivalent). Vers la fin de l'expérience, l'absorption est un peu difficile, et il est nécessaire de détacher, avec un fil métallique, les croûtes qui adhèrent aux parois du vase, et de chauffer légèrement afin de volatiliser les dernières traces de liquide. Mais le contenu du ballon dégage l'odeur du chlorosulfure, tant qu'il n'a pas été absorbé six équivalents d'ammoniaque pour un de liquide.

» Il se forme, dans cette réaction, deux produits différents :

» Du chlorhydrate d'ammoniaque et un autre corps solide, amorphe, d'un blanc jaunâtre. Ce corps est insoluble dans l'eau, à peine soluble dans l'alcool, l'éther et le sulfure de carbone. Chauffé dans un tube à essais, il dégage du sulfhydrate d'ammoniaque. Chauffé avec de la potasse, il abandonne de l'ammoniaque. L'acide azotique fumant l'attaque assez énergiquement, et donne lieu à de l'acide sulfurique et à de l'acide phosphorique. L'analyse a donné les résultats suivants :

» Soufre et phosphore : 0gr,327 de matière, oxydés par un mélange de potasse et de salpêtre, ont donné 0gr,674 de sulfate de baryte, correspondant à 0gr,092 de soufre; et 0gr,315 de pyrophosphate de magnésie, renfermant 0gr,088 de phosphore.

» Hydrogène : 0gr,245 de matière, brûlés avec de l'oxyde de cuivre, ont donné 0gr,111 d'eau, contenant 0gr,0123 d'hydrogène.

» Azote : 0gr,302 de matière, chauffés avec de la chaux sodée, ont produit, avec l'acide chlorhydrique et le bichlorure de platine, 1gr,785 de chloroplatinate d'ammoniaque, contenant 0gr,111 d'azote. Le sel calciné renfermait 0gr,776 de platine, qui correspondent à 0gr,110 d'azote. Ces divers

(1) $P = 31$; $S = 32$; $Cl = 35,5$.

résultats, traduits en centièmes, donnent :

	I.	II.	III.
Soufre	28,18	»	»
Phosphore	27,21	»	»
Hydrogène	»	5,02	»
Azote	»	»	36,92

D'où le tableau suivant :

	Expérience.	Théorie.
$S = 32$	28,18	28,83
$P = 31$	27,21	27,93
$H^6 = 6$	5,02	5,41
$Az^3 = 42$	36,92	37,83
111		100,00

Ce qui conduit à la formule

$$PS.Az^3H^6.$$

» Cette formule représente une amide, dérivant du sulfoxiphosphate d'ammoniaque par élimination de 3 molécules d'eau :

$$\left.\begin{matrix}(PS)''' \\ (AzH^4)^3\end{matrix}\right\} \Theta^3 - 3\left(\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}\Theta\right) = PS\,Az^3H^6.$$

» En la rapportant au type ammoniaque, on a

$$\underbrace{\left.\begin{matrix}H^3\\H^3\\H^3\end{matrix}\right\}Az^3}_{\text{Ammoniaque.}} \quad \text{et} \quad \underbrace{\left.\begin{matrix}(PS)'''\\H^3\\H^3\end{matrix}\right\}Az^3.}_{\text{Sulfotriphosphamide.}}$$

» Ce corps prend naissance d'après la relation suivante :

$$\underbrace{\left.\begin{matrix}(PS)'''\\Cl^3\end{matrix}\right\}}_{\text{Chlorosulfure de phosphore.}} + \underbrace{2\left(\left.\begin{matrix}H^3\\H^3\\H^3\end{matrix}\right\}Az^3\right)}_{\text{Ammoniaque.}} = \underbrace{3\left(\left.\begin{matrix}AzH^4\\Cl\end{matrix}\right\}\right)}_{\text{Chlorure ammonique.}} + \underbrace{\left.\begin{matrix}(PS)'''\\H^3\\H^3\end{matrix}\right\}Az^3.}_{\text{Sulfotriphosphamide.}}$$

» La sulfotriphosphamide est assez rapidement décomposée par l'eau, surtout à chaud, et transformée en acide sulfoxiphosphorique qui disparaît lui-même bientôt. Sa densité est 1,7 à 13 degrés. Elle ne se décompose, par la chaleur, qu'à partir de 200 degrés; il se dégage alors du sulfhydrate d'ammoniaque. A 240 degrés elle ne contient plus que 20 pour 100 de soufre; on ne peut donc pas obtenir les monamides et les diamides, qui,

dans le cas de l'acide phosphorique normal, correspondent aux acides métaphosphorique et pyrophosphorique.

» 2° *Action de l'ammoniaque en dissolution aqueuse sur le chlorosulfure de phosphore.* — Lorsqu'on verse, par petites portions, du chlorosulfure de phosphore dans de l'ammoniaque liquide en grand excès, il se produit une vive réaction. La température s'élève rapidement, et si l'on agite un peu le mélange, le chlorosulfure est bientôt tout entier absorbé. On obtient ainsi du chlorhydrate et du sulfoxiphosphate d'ammoniaque, correspondant au sel de soude de M. Wurtz. Ce sel est aussi peu stable que l'acide sulfoxiphosphorique. On ne peut concentrer sa dissolution, ni par la chaleur, ni dans le vide, car alors il se transforme en acide métaphosphorique en abandonnant du soufre.

» 3° *Action de l'aniline sur le chlorosulfure de phosphore.* — La réaction entre le chlorosulfure de phosphore et l'aniline est également très-vive; elle se passe entre 1 équivalent de $PSCl^3$ et 6 d'aniline. La température s'élève au delà de 100 degrés. Il ne se dégage aucun gaz. La matière, en se refroidissant, se prend en une masse butyreuse, facilement fusible, et ne possédant plus ni l'odeur de l'aniline, ni celle du chlorosulfure de phosphore.

» Par des lavages à l'eau, on en sépare facilement du chlorhydrate d'aniline, et il reste une matière solide, jaune, insoluble dans l'eau, qui contient du soufre, du phosphore, du carbone, de l'hydrogène et de l'azote. L'analyse, dont je ne donne pas les détails, pour abréger, a fourni les résultats suivants :

	Expérience.	Théorie.
$P = 31$	8,88	9,14
$S = 32$	9,09	9,44
$C^{18} = 216$ (1).....	63,02	63,71
$H^{18} = 18$	5,08	5,31
$Az^3 = 42$	11,88	12,39

» Ce qui conduit à la formule

$$PSC^{18}H^{18}Az^3,$$

ou mieux

$$\left.\begin{matrix}(PS)''' \\ (C^6H^5)^3 \\ H^3\end{matrix}\right\} Az^3,$$

(1) C = 12.

qui représente la phénylsulfotriphosphamide. Cette amide prend naissance d'après la relation suivante :

$$\left.\begin{matrix}(PS)''' \\ Cl^3\end{matrix}\right\} + 6\left(\left.\begin{matrix}C^6H^3 \\ H \\ H\end{matrix}\right\} Az\right) = 3(HClC^6H^7Az) + \left.\begin{matrix}(PS)''' \\ (C^6H^4)^3 \\ H^3\end{matrix}\right\} Az^3.$$

» C'est un corps dur, jaune, cassant, friable, ressemblant assez à la colophane. Sa densité à 10 degrés est égale à 1,34. L'eau ne l'altère pas, même à la température de l'ébullition. Elle se dissout facilement dans l'alcool, surtout à chaud, et brûle avec une flamme blanche, fuligineuse, semblable à celle que donne l'aniline. L'acide azotique fumant l'attaque avec violence et donne divers produits : de l'acide phosphorique, de l'acide sulfurique et de l'acide picrique; il reste un résidu goudronneux, soluble dans l'alcool.

» Cette amide fond à 78 degrés, et commence à se décomposer vers 200 degrés, en dégageant de l'aniline. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur une mâchoire de Rhinocéros portant des entailles profondes trouvée à Billy (Allier), dans les formations calcaires d'eau douce de la Limagne.* Note de **M. A. Laussedat**, présentée par M. Milne Edwards.

« M. Bertrand m'a fait l'honneur de m'adresser, il y a quelque temps, deux fragments d'une mâchoire inférieure de Rhinocéros trouvés dans une carrière des environs de Billy (Allier). Ces deux fragments, dont l'un appartient à la partie droite et l'autre à la partie gauche de la mâchoire, portent des entailles profondes qui ne pourraient échapper à l'attention de l'observateur le moins exercé. Celles du côté gauche surtout présentent des caractères de la plus grande netteté. Situées à la partie inférieure de l'os, à l'opposé des dents, elles sont au nombre de quatre, sensiblement parallèles entre elles et inclinées de 40 degrés environ sur la direction de la longueur de la mâchoire. Leur largeur varie de 1 à 2 centimètres, et la profondeur de la plus grande atteint 6 millimètres. La section transversale de chacun de ces larges sillons est une courbe assez régulière présentant beaucoup d'analogie avec celle des entailles que l'on pourrait pratiquer en frappant obliquement sur un morceau de bois dur avec une hache bien affilée.

» La première idée qui se présente à l'esprit quand on examine ces entailles, c'est qu'elles ont été faites de la même manière, c'est-à-dire avec

un instrument tranchant sur l'os, à l'état frais. Or, si cela était vrai, il en faudrait conclure que l'homme était contemporain d'un animal qui a vécu à une époque géologique très-reculée.

» Il importait avant tout, en présence d'un pareil point d'interrogation, de bien préciser cette époque, et, pour y parvenir sûrement, j'ai soumis les fragments de mâchoire à l'examen du savant M. Lartet, qui a bien voulu les déterminer.

» D'après cet éminent paléontologiste, la mâchoire trouvée à Billy semblerait identique avec l'une de celles qui ont été rapportées par Duvernoy à son *Rhinoceros pleuroceros* (1), espèce de pachyderme qui vivait sur les bords des lacs miocènes du centre de la France.

» En même temps, je priais M. Bertrand de recueillir sur place les éléments d'une coupe passant par la carrière dans laquelle avaient été trouvés les fragments de mâchoire.

» Voici cette coupe, qui ne laisse aucun doute sur l'époque géologique à laquelle doivent être rapportés les os que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie, au nom de M. Bertrand :

Coupe du terrain superposé à la couche de sable calcarifère dans laquelle on a trouvé la mâchoire de Rhinocéros (2).

	Épaisseurs.	
Terre végétale	»	»
Calcaire concrétionné	1m,00	8m,05
Calcaire concrétionné avec tubes ou indusies de phryganes entourées de cypris	1m,40	
Calcaire arénifère pisolitique renfermant des grains de quartz et des ossements de petits quadrupèdes?	0m,20	
Marne jaune feuilletée à cypris	0m,90	
Sable calcarifère	1m,00	
Calcaire terreux à *Helix Raimondi*	0m,30	
Calcaire concrétionné (travertin)	3m,00	
Sable calcarifère dans lequel a été trouvée la mâchoire	0m,25	
Carrière de calcaire exploitée sur 3 mètres de profondeur		20m,00

» Le niveau de la voie du chemin de fer et du chemin vicinal de Varennes à Randon que l'on rencontre en ce point est élevé de 10 mètres

(1) *Voir* DUVERNOY, *Archives du Muséum*, t. VII.

(2) M. Louis Lartet a bien voulu m'aider à déterminer la nature des différents étages de cette coupe.

au-dessus du lit de l'Allier. La couche qui renfermait la mâchoire des phénomènes est donc à 30 mètres au-dessus du lit de cette rivière.

» Il ne m'appartient pas d'émettre une opinion sur la cause qui a pu produire les entailles extraordinaires dont il s'agit. A côté de l'hypothèse de l'intervention de l'homme, il convient, toutefois, de signaler celle qui consisterait à considérer ces entailles comme ayant pu être faites, à la longue, par des corps durs incessamment charriés dans une même direction, qui auraient usé, strié et poli les parties apparentes et juxtaposées des deux côtés de la mâchoire déjà enfouie. A la vérité, cette explication est presque aussi difficile à admettre que la première; car elle rattacherait les objets en question à un ordre de phénomènes (phénomènes glaciaires) dont aucune trace ne paraît avoir été signalée jusqu'ici dans la période miocène. Enfin on pourrait se demander si les entailles de la mâchoire de Rhinocéros n'ont pas été faites par quelque puissant Carnassier ou par quelque autre animal de grande taille dont les dents y auraient laissé leurs empreintes. Mais cette dernière hypothèse semble tout à fait dépourvue de fondement, la faune du terrain miocène inférieur, qui est bien connue des paléontologistes, ne renfermant aucun animal capable de faire une pareille morsure (1). »

« **M. Élie de Beaumont** émet le vœu que l'intéressante Note de M. Laussedat, présentée par M. Milne Edwards, soit imprimée intégralement dans le *Compte rendu*, pour provoquer et favoriser la comparaison des entailles existantes sur la mâchoire de Rhinocéros de Billy avec celles qu'on a remarquées sur des ossements trouvés dans des terrains plus voisins de la période actuelle que le terrain miocène. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les conditions déterminantes des sexes chez les abeilles.* Note de **M. A. Sanson**, présentée par M. Coste.

« M. Landois a avancé, il y a quelque temps, que les œufs d'abeille sont en quelque sorte indifférents, quant au sexe, et que le développement de celui-ci dépend uniquement de la qualité de la nourriture que les larves reçoivent dans les alvéoles où les œufs ont été déposés. L'alimentation des mâles différerait, d'après lui, de celle des ouvrières; si bien qu'un œuf pondu par la mère dans une cellule de mâle, et qui serait devenu un mâle

---

(1) Telle est, du moins, l'opinion de M. Lartet à cet égard.

s'il y était resté, devient une ouvrière s'il est transféré dans une cellule d'ouvrière, et réciproquement.

» Aussitôt après la publication des résultats annoncés par le naturaliste allemand, j'ai essayé de montrer qu'en admettant la parfaite exactitude de ces résultats, les conclusions de l'auteur n'étaient point les seules qu'on en pût déduire logiquement. Je me réservais de répéter son expérience, dont j'avais d'ailleurs conçu le plan antérieurement, à un autre point de vue, mais que je n'avais pu réaliser, faute du concours indispensable d'un collaborateur plus expert que moi dans le maniement des ruches. J'ai eu la bonne fortune de rencontrer dans M. le pasteur Bastian, de Wissembourg, à la fois un naturaliste instruit et zélé pour la science et un très-habile apiculteur, qui a bien voulu mettre à ma disposition sa grande habileté et ses ruches à cadres mobiles, les seules qui soient véritablement propres à des recherches de ce genre. Toutes nos mesures sont prises pour obtenir bientôt des pièces capables de contrôler définitivement la valeur des assertions de M. Landois, déjà bien réduite par les réfutations d'Émile Bessels, de Heidelberg (1). J'aurai l'honneur de mettre ces pièces sous les yeux de l'Académie. En attendant, je demande la permission de lui en soumettre une, où l'expérience dont il s'agit nous a paru s'être réalisée naturellement.

» Cette pièce est un fragment de gâteau de ruche, coupé au centre d'un vieux rayon, à la place où les abeilles ne construisent que des alvéoles d'ouvrières. Il est facile de voir, d'ailleurs, que le fragment n'en contient pas d'autres. On y peut remarquer un certain nombre de cellules operculées, ce qui indique que des individus sont contenus dans leur intérieur. Nous avons respecté l'opercule de la plupart, afin que la preuve fût plus complète et plus concluante. M. Bastian ayant reconnu avec certitude que plusieurs d'entre elles sont habitées par des mâles, comme celle que nous avons ouverte, et comme celles d'où sont sortis les quelques sujets plus ou moins développés que je joins à la pièce et qui sont éclos, eux aussi, dans des cellules d'ouvrières, sur d'autres points du même gâteau. Il y a donc là, côte à côte, des mâles et des ouvrières, ainsi qu'on pourra facilement s'en assurer en ouvrant les alvéoles. Toutes les larves n'ont pu manquer d'y recevoir la même nourriture, puisqu'elles étaient logées dans des cellules identiques; par conséquent, contrairement à l'hypothèse de M. Landois, cette nourriture est demeurée étrangère à la diversité des sexes.

---

(1) Voir *Zeitschrift für wissenschaftliche zoologie, von V. Siebold und Kolliker*, 1867, vol. XVIII, 1er chap., p. 124.

» Le rayon dont notre pièce faisait partie a été trouvé, il y a quelques jours, dans une vieille ruche mise au pillage par suite de la mort de la mère; et voici ce qui s'était passé. Cette mère, âgée de trois ans, avait épuisé sa provision de spermatozoïdes; ainsi, bon nombre des œufs déposés par elle dans des alvéoles d'ouvrières, vers la fin de sa vie, n'ont pu être imprégnés. Or on sait, par les observations les plus rigoureuses des savants allemands, que les œufs d'abeille non imprégnés donnent invariablement naissance à des mâles. C'est de cette façon toute naturelle que s'explique la présence de ceux-ci dans les alvéoles d'ouvrières que l'Académie a sous les yeux; et leur présence suffirait toute seule, je pense, pour ruiner l'hypothèse de M. Landois, tendant à faire attribuer aux conditions de milieu une influence qu'elles n'ont certainement point sur les dispositions fondamentales du plan de l'organisation animale. »

GÉOLOGIE. — *Faits pour servir à l'histoire éruptive du Vésuve.* Lettre de **M. L. Palmieri** à M. Ch. Sainte-Claire Deville.

« Quand je vous ai écrit ma seconde Lettre, il semblait que l'éruption du Vésuve tirât à sa fin. Mais elle est entrée dans une ère de moindre activité, sans cesser un seul jour de verser des laves, en suivant une certaine période diurne dans laquelle se remarquaient deux *maxima* et deux *minima*. Les 11, 12 et 13 mars, l'activité du cône éruptif s'accrut, car la vapeur en sortait avec plus de force; les fragments de laves étaient projetés en plus grande abondance et à une plus grande hauteur; enfin, les détonations devinrent presque continuelles et si violentes, qu'on les entendait de Naples. Le séismographe électromagnétique et l'appareil de variation étaient fortement agités, mais la lave qui descendait du sommet de la montagne était presque tarie. Néanmoins, malgré cette rareté de la lave, tout semblait indiquer dans le volcan un effort pour en produire de nouvelle.

» En effet, à la base orientale du cône et précisément à l'endroit où s'arrêtent les chevaux des voyageurs qui font l'ascension du Vésuve du côté de Pompéi, s'est ouverte une fente d'environ 400 mètres de longueur et dont la direction prolongée non-seulement passait sur la bouche de l'éruption, mais se dessinait même sur une partie du flanc du cône par de nombreuses fumerolles.

» De cette fente sortit, en deux points, une lave abondante qui descendit immédiatement sur le territoire de Bosco-Reale, en se superposant à la lave de 1850. Ce courant sortait avec une merveilleuse tranquillité, sans vio-

lence, sans projectiles; il cessa de couler au bout de sept jours, puis il reparut de nouveau au sommet du cône vésuvien. Toute la fissure présentait, au moment de la sortie de la lave, une série de fumerolles qui, dans le voisinage du point de sortie de la lave, donnaient de l'acide sulfureux, et plus loin émettaient de la vapeur d'eau pure ou mélangée d'acide carbonique.

» Lorsque l'activité du cône d'éruption nous a permis, à mon aide M. D. Franco et à moi, de faire l'ascension du cône et d'examiner les émanations des divers courants de lave sortis de la base du cône d'éruption, nous y avons trouvé de l'acide carbonique.

» Votre ancienne fumerolle d'acide carbonique n'existe plus : la base du nouveau cône occupe presque toute la plaine que vous avez connue sur le Vésuve.

» Dans les fumerolles voisines du cône d'éruption et près du point de sortie des laves, j'ai trouvé d'abondantes sublimations de chlorure de fer, dont on ne voyait pas de traces sur les fumerolles des laves sorties à la base du cône vésuvien, où se sont produits les chlorures de cuivre et de plomb.

» Dans une fumerolle située près de la Crocella, en aspirant le gaz et le faisant passer dans une solution de chlorure de baryum, il s'est fait un précipité abondant de sulfate de baryte. J'ai trouvé des sulfates dans cette fumerolle et dans d'autres. »

M. **Lecoq de Boisbaudran** adresse un complément à ses précédentes communications sur la sursaturation des solutions salines.

A 4 heures, l'Académie se forme en comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Mécanique présente, par l'organe de son doyen, **M. le Baron Charles Dupin**, la liste suivante de candidats à la place vacante dans cette Section par suite du décès de M. le Général *Poncelet* :

En première ligne. . . . . . . **M. Barré de Saint-Venant.**
En deuxième ligne. . . . . . . **M. Phillips.**
En troisième ligne, ex æquo, *et par ordre alphabétique*. . { **M. Bresse.** **M. Rolland.** **M. Tresca.**

Les titres des candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures un quart.

É. D. B.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS DE MARS 1868.

Actes de la Société d'Ethnographie; n° 8, 1868; in-8°.

Annales de Chimie et de Physique; par MM. CHEVREUL, DUMAS, PELOUZE, BOUSSINGAULT, REGNAULT; avec la collaboration de M. WURTZ; février 1868; in-8°.

Annales de l'Agriculture française; 29 février 1868; in-8°.

Annales de la Propagation de la foi; mars 1868; in-12.

Annales de la Société d'Hydrologie médicale de Paris, Comptes rendus des séances, t. XIII, 6e livraison; 1868; in-8°.

Annales de l'Observatoire Météorologique de Bruxelles; n° 2, 1868; in-4°.

Annales des Conducteurs des Ponts et Chaussées; janvier 1868; in-8°.

Annales du Génie civil; mars 1868; in-8°.

Annuaire de la Société Météorologique de France; feuilles 12 à 21, 1868; in-8°.

Bibliothèque universelle et Revue suisse. Genève, n° 123, 1868; in-8°.

Bulletin de l'Académie impériale de Médecine; nos 4 et 5, 1868; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique; n° 2, 1868; in-8°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale; janvier 1868; in-4°.

Bulletin de la Société française de Photographie; février 1868; in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse; février 1868; in-8°.

Bullettino meteorologico dell'Osservatorio del Collegio romano; t. VII, n° 2, 1868; in-4°.

Bullettino meteorologico dell' Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto; t. III, n° 1er, 1868; in-4°.

Bulletin de la Société médicale d'Émulation de Paris; t. II, fasc. 1, 1868; in-8°.

Bulletin de Statistique municipale, publié par les ordres de M. le baron HAUSSMANN; décembre 1867; in-4°.

Bulletin général de Thérapeutique; 15 et 30 mars 1868; in-8°.

Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Science matematiche et fisiche, publicato da B. BONCOMPAGNI; janvier-février 1868; in-8°.

Bullettino meteorologico dell'Osservatorio di Palermo, t. IV, n° 1er; 1868; in-4°.

Cosmos; nos des 7, 14, 21, 28 mars 1868; in-8°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences; nos 9 à 13; 1er semestre 1868; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; nos 27 à 38, 1868; in-4°.

Gazette médicale de Paris; nos 10 à 13, 1868; in-4°.

Gazette médicale d'Orient; nos 9 à 11, 1868; in-4°.

Journal d'Agriculture pratique; nos 10 à 13, 1868; in-8°.

Journal de Chimie médicale, de Pharmacie et de Toxicologie; mars 1868; in-8°.

Journal de la Société impériale et centrale d'Horticulture; janvier 1868; in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; mars 1868; in-8°.

Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques; nos 7, 8, 1868; in-8°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées; janvier à mars 1868; in-4°.

Journal de Médecine vétérinaire militaire; février 1868; in-8°.

Journal des Fabricants de Sucre; nos 47 à 50, 1868; in-fol.

Journal de Médecine de l'Ouest; 29 février 1868; in-8°.

Journal de l'Agriculture, nos 40 et 41, 1868; in-8°.

Journal de l'Éclairage au Gaz; nos 23 et 24, 1868; in-4°.

Kaiserliche... *Académie impériale des Sciences de Vienne;* n° 5-7, 1868; in-8°.

Les Mondes..., nos 10 à 13, 1868; in-8°.

La Science pour tous; 13e année, nos 14 à 17, 1868; in-4°.

L'Événement médical; nos 10 à 13, 1868; in-4°.

L'Abeille médicale; nos 10 à 13, 1868; in-4°.

L'Art médical; mars 1868; in-8°.

L'Art dentaire; n° 3, 1868; in-12.

La Médecine contemporaine; nos 5 et 6, 1868; in-4°.

Le Moniteur de la Photographie; nos 24 1867, et 1er 1868; in-4°.

Montpellier médical... Journal mensuel de Médecine; mars 1868; in 8°.

Magasin pittoresque; mars 1868; in-4°.

Matériaux pour l'histoire positive et philosophique de l'homme; par G. DE MORTILLET; février 1868; in-8°.

Nouvelles Annales de Mathématiques; mars 1868; in-8°.

Nachrichten... *Nouvelles de l'Université de Gœttingue;* nos 3 à 6, 1868, in-12.

Pharmaceutical Journal and Transactions; t. IX, n° 9, 1868; in-8°.

Proceedings of the Royal geographical Society, n° 6, Londres, 1868; in-8°.

Répertoire de Pharmacie; février et mars 1868; in-8°.

Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; n° 6, 1868; in-8°.

Société d'Encouragement, Résumé des procès-verbaux, séances des 28 février et 13 mars 1868; in-8°.

The Quarterly Journal of the Geological Society; t. XXIII, 4[e] et 5[e] parties 1868; in-8°.

The Journal of the Chemical Society; octobre à décembre 1867. Londres; in-8°.

The Scientific Review; n° 3, 1868; in-4°.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 13 avril 1868, les ouvrages dont les titres suivent :

Annales de l'Observatoire royal de Bruxelles, publiées aux frais de l'État, par le Directeur M. A. QUETELET, t. XVIII. Bruxelles, 1868; in-8°.

Annuaire de l'Observatoire royal de Bruxelles; par M. A. QUETELET, 1868, 35[e] année. Bruxelles, 1867; in-12.

Annales météorologiques de l'Observatoire royal de Bruxelles, publiées aux frais de l'État, par M. A. QUETELET, 1867. Bruxelles, 1868; in-4°.

Mémoires couronnés et Mémoires des Savants étrangers, publiés par l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, t. XXXIII, 1865-1867. Bruxelles, 1867; in-8°.

Tables générales et analytiques du Recueil des Bulletins de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, t. I à XX, 1857 à 1866. Bruxelles, 1867; in-8°.

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

ERRATA.

(Séance du 13 avril 1868.)

Page 724, ligne 4 en remontant, *au lieu de* repos, *lisez* repas.
Page 728, lignes 23 et 33, *au lieu de* repos, *lisez* repas.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 AVRIL 1868.

PRÉSIDENCE DE M. DELAUNAY.

Lettre de S. EXC. M. LE MINISTRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE, *au sujet de la question de la translation de l'Observatoire.*

Paris, le 17 avril 1868.

Monsieur le Président,

La Commission qui a été chargée récemment, en vertu du décret du 30 janvier 1854, de me rendre compte de la situation scientifique et des besoins de l'Observatoire impérial de Paris, a appelé l'attention du Gouvernement sur la question de la translation de l'Observatoire; et ses conclusions, dont je vous adresse une copie ci-jointe, tendent à faire considérer cette translation comme nécessaire aux progrès de la science astronomique en France.

J'ai pensé qu'une question si délicate et si importante, dont l'Académie des Sciences s'est elle-même préoccupée dans ses dernières séances, ne saurait être étudiée avec plus de lumière et d'autorité que par le Corps illustre qui a présidé jadis aux origines de ce grand établissement. Je vous serai donc obligé de vouloir bien inviter l'Académie à examiner :

1° Si l'Observatoire impérial peut rester où il se trouve sans détriment pour les observations astronomiques;

2° Si, dans l'intérêt de la science, il vaudrait mieux le transférer, comme il a été fait en Angleterre et en Russie, hors de la capitale, en un lieu où on aurait pour les instruments un sol plus stable, pour les observations une atmosphère plus calme et moins brumeuse, un ciel sur lequel ne seraient pas projetées des lueurs gênantes, ainsi qu'il arrive à Paris par l'éclairage nocturne des grandes voies;

3° S'il ne faudrait pas préférer un système mixte qui permettrait de conserver ce monument de Louis XIV, auquel se rattachent de glorieux souvenirs.

Les sciences naturelles ont leur musée au Jardin des Plantes; les sciences historiques à la Bibliothèque impériale et au Louvre; les sciences militaires au Musée d'Artillerie et à l'Hôtel des Invalides, etc.; la science astronomique pourrait avoir le sien dans l'édifice actuel, où seraient réunis les cartes du ciel et les photographies des astres, les globes, les instruments, la bibliothèque, etc.

Les travaux de théorie, certaines observations du ciel, des études de géodésie, des expériences de physique, la construction des cartes pourraient s'y faire.

L'Administration y résiderait; le nouveau Conseil, le Bureau des Longitudes, y tiendraient leurs séances; et des cours ou conférences d'astronomie, de mécanique céleste et de physique générale y auraient lieu.

Dans ce cas, l'Observatoire n'aurait plus besoin de s'isoler avec tant de soin des constructions qui l'enveloppent par de vastes cours et jardins. Une partie de ces jardins, qui ne suffisent plus d'ailleurs à le protéger, serait aliénée le long des rues voisines et fournirait les ressources nécessaires à la création immédiate d'un Observatoire d'astronomie expérimentale.

Si l'Académie pensait que l'Observatoire impérial dût être en totalité ou en partie transféré hors Paris, je serais heureux que la savante Compagnie voulût bien étudier les conditions que le nouvel Observatoire devrait remplir pour répondre à tous les besoins de la science.

Dans le cas contraire, celui du maintien sur place, il y aurait encore à examiner des questions délicates et nombreuses pour assurer au service, dans l'ancien Observatoire, les garanties les plus complètes de bonne et facile exécution.

C'est une œuvre difficile que je demande à l'Académie; mais je compte

sur son dévouement à la science pour aider le Gouvernement à conserver et à accroître encore la renommée d'un établissement national et une gloire toute française.

Agréez, Monsieur le Président, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le Ministre de l'Instruction publique,
V. Duruy.

QUESTION DE LA TRANSLATION DE L'OBSERVATOIRE IMPÉRIAL. — *Avis de la Commission instituée en exécution du décret du* 30 *janvier* 1854.

« ... Un inconvénient grave découle de la situation même de l'Observatoire de Paris. Le rapporteur de 1854 en signalait la gravité dans les termes que je crois bon de rappeler ici :

» La situation de l'Observatoire, au sein de la capitale, dans une atmo- » sphère viciée et sur un sol agité, est un inconvénient auquel échappent et » l'Observatoire de Greenwich et celui de Saint-Pétersbourg depuis qu'on » l'a rebâti, il y a quinze ans, à quatre lieues de cette dernière ville. Les » trépidations du sol sont incompatibles avec l'emploi d'instruments dont » la première condition est la stabilité, et le funeste effet de ces ébranle- » ments extérieurs se fait d'autant plus sentir qu'on amplifie davantage » le pouvoir grossissant des instruments et qu'on les place sur des con- » structions plus élevées.

» Si la Commission ne demande pas la translation de l'Observatoire, » c'est qu'elle espère que les inconvénients signalés pourront être atténués » ou détruits par quelques dispositions bien conçues, prises soit à l'inté- » rieur même de l'établissement, soit dans le voisinage de son périmètre, » où il sera nécessaire de macadamiser les rues. Toutefois, comme rien ne » saurait remédier au défaut de transparence de l'atmosphère, elle fait » remarquer que l'abandon du grand bâtiment central, si improprement » appelé l'Observatoire, ne causerait aucun regret aux amis de l'Astro- » nomie. L'imagination du public a beau y voir le sanctuaire de cette » science, la vérité est qu'on n'y a jamais fait d'observations suivies. Cette » masse monumentale est même si complétement impropre à un tel office, » que son seul emploi a consisté jusqu'ici à servir d'habitation aux astro- » nomes, et Dieu sait comment on est parvenu à pratiquer quelques loge- » ments incommodes et insuffisants dans ce donjon dont les épaisses mu-

» railles ne se prêtent pas plus aux exigences de la vie domestique qu'à
» l'installation des instruments de précision.... »

» Après de telles observations, le rapporteur aurait sans doute conclu à la nécessité du déplacement de l'Observatoire, s'il n'avait pas eu l'espérance que le mal pourrait être tout au moins atténué par *quelques dispositions bien conçues, prises soit à l'intérieur de l'établissement, soit dans le voisinage de son périmètre*. Cette espérance a été complétement déçue; le mal n'a fait que s'aggraver, au contraire, depuis quatorze ans, par l'extension progressive de la population parisienne vers la partie sud de la ville.

» ..... Aussi la Commission ne croit pas qu'il y ait lieu d'ajourner plus longtemps l'adoption d'une mesure radicale. Si l'on ne veut pas que la France soit devancée par les autres nations dans les sciences astronomiques, il est nécessaire de remplacer l'Observatoire actuel par un Observatoire nouveau, remplissant toutes les conditions que doit offrir, dans l'état actuel de la science, un établissement de premier ordre. L'emplacement devra en être cherché sur une colline des environs de Paris, assez loin de la ville pour n'avoir pas à craindre d'y retrouver en partie les inconvénients que l'on veut éviter; assez près, cependant, pour que son personnel scientifique puisse jouir des nombreux avantages offerts par un centre intellectuel tel que la capitale de la France.

» ..... La construction du nouvel Observatoire, qui devra nécessairement comprendre des logements convenables pour tous les astronomes, occasionnera sans doute une dépense considérable, à laquelle s'ajoutera celle d'un établissement destiné à recevoir le personnel du Bureau des Longitudes, qui siége en ce moment à l'Observatoire impérial, et d'un petit observatoire affecté aux recherches particulières des membres de ce corps savant. La Commission pense que, si l'on se décidait à abandonner les terrains de l'Observatoire actuel, on trouverait, en les aliénant, une somme plus que suffisante pour couvrir les frais occasionnés par les diverses constructions dont je viens de parler.

» Ainsi, en adoptant les propositions de la Commission, le Gouvernement doterait la France d'un établissement de premier ordre, supérieur à tout ce qui existe dans les autres pays, et cela sans dépense pour l'État. Si ces propositions sont adoptées, il faudra qu'une répartition du matériel soit faite entre le Bureau des Longitudes et l'Observatoire. La Commission pense qu'il conviendra d'en charger les membres de ce Bureau, en ce qui concerne les règles géodésiques, toises, mètres, étalon du kilo-

gramme, etc., les archives et la bibliothèque telle qu'elle existait avant 1854.

» ..... Ce n'est pas sans regret, Monsieur le Ministre, que la Commission émet l'avis d'abandonner le monument élevé à l'Astronomie par Louis XIV. Elle voudrait qu'on pût le conserver en l'utilisant d'une autre manière; en le réservant, par exemple, pour les grandes expériences de physique auxquelles il a déjà servi plusieurs fois. Mais elle n'hésite pas à en prononcer l'abandon, si c'est là le seul moyen d'arriver à l'exécution des projets qu'elle vient d'indiquer. Dans ce cas, il serait de toute nécessité, pour les besoins de la science, de conserver, par quelque monument durable, la trace exacte de l'emplacement occupé pendant deux cents ans par cet Observatoire. »

Après quelques observations présentées par MM. Delaunay, Dupin, Becquerel, de Quatrefages, concernant la façon dont il conviendra de composer la Commission qui doit être chargée de répondre aux questions posées par M. le Ministre, **M. le Général Morin** exprime l'opinion suivante :

« La Lettre de M. le Ministre de l'Instruction publique soulève des questions tellement importantes pour la science, que l'Académie ne saurait mettre à les examiner trop de soin et de prudence. Il me semble donc qu'avant de nommer une Commission spéciale chargée de les étudier, il serait convenable d'ouvrir à ce sujet une discussion préalable en Comité secret. La Commission serait nommée dans la séance suivante, pour laquelle les Membres recevraient une convocation spéciale. »

Cette proposition, mise aux voix, est adoptée.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. Murchison, nommé Associé étranger en remplacement de *M. Faraday*, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. Morin fait hommage à l'Académie d'un ouvrage qu'il vient de publier et qui a pour titre : « Salubrité des habitations. Manuel pratique du chauffage et de la ventilation ».

ÉLECTRO-CHIMIE. — *Mémoire sur la théorie des phénomènes électro-capillaires comprenant l'endosmose, l'exosmose et la dialyse; par* **M. Becquerel.** (Extrait par l'auteur.)

« Plusieurs phénomènes attirent, depuis une quarantaine d'années, l'attention des physiciens, des chimistes et des physiologistes : l'endosmose, l'exosmose et la dialyse. La diffusion est un phénomène séparé dont je ne me suis pas occupé spécialement dans ce Mémoire.

» Les recherches électro-capillaires qui font l'objet de mes études, depuis le milieu de l'année dernière, m'ont mis à même d'établir une relation entre ces phénomènes et ceux qui ont une origine électro-capillaire, relation qui m'a engagé à les comprendre tous sous la dénomination de *phénomènes électro-capillaires.*

» Ce Mémoire est divisé en deux parties : la première renferme un précis historique assez développé de tout ce qui concerne l'endosmose, l'exosmose, la diffusion et la dialyse; la seconde est l'exposé de la théorie des phénomènes électro-capillaires. J'ai cru devoir en agir ainsi pour bien établir les rapports qui lient entre eux tous ces phénomènes.

» Peu d'années après sa découverte de l'endosmose, Dutrochet, dans un ouvrage remarquable ayant pour titre : *Mémoires pour servir à l'histoire anatomique et physiologique des végétaux*, a exposé les diverses théories de ce phénomène, parmi lesquelles il mentionne celles de MM. Poisson et Magnus, la sienne et la théorie que je publiai en 1836 dans mon *Traité d'Électricité et de Magnétisme*, t. IV, p. 182.

» Poisson, en 1826, émit l'opinion que les phénomènes d'endosmose pouvaient être attribués à l'attraction capillaire, jointe à l'affinité l'un pour l'autre de deux liquides hétérogènes (*Annales de Physique et de Chimie*, t. XXXV, p. 98). Dutrochet lui objecta qu'il ne rendait pas compte ainsi de l'exosmose. M. Magnus publia, dans les *Annales de Poggendorff*, une théorie qui est à peu près la même que celle de Poisson.

» Dutrochet avait admis, pour expliquer l'endosmose, que sa production était due à la différence d'ascension capillaire entre deux liquides différents; mais ayant observé, depuis, des effets contraires dans la direction des acides et dans celle de l'eau, cette exception infirmait la loi qu'il avait cherché à établir. Il se borna donc à dire que cette loi ne pouvait être appliquée qu'aux faits généraux.

» La théorie que je donnai en 1836, et dont les principes sont les mêmes que ceux qui servent de bases à la théorie exposée dans ce Mémoire, a été l'objet d'une discussion approfondie de la part de Dutrochet, dans l'ouvrage

cité. Voici sa conclusion : « En faisant voir que l'électricité développée par les » actions d'affinités qui existent entre les deux liquides que sépare une cloi- » son poreuse et entre ces mêmes liquides et la substance de cette cloison ; » en faisant voir, dis-je, que cette électricité peut être la cause de la progres- » sion par endosmose de l'un de ces liquides, au travers des pores capil- » laires, M. Becquerel a jeté une vive lumière sur la cause de l'endosmose, » cause demeurée jusqu'à ce jour si obscure, malgré les efforts qu'ont » faits les savants les plus recommandables pour la mettre en lumière. Les » faits dont l'exposition va suivre, ajoute-t-il, prouveront, je le pense, que » c'est aux seules idées de M. Becquerel qu'il faut s'arrêter. »

» Cette théorie, quoique dépourvue alors de preuves à l'appui, repose aujourd'hui, depuis la découverte des phénomènes électro-capillaires, sur des bases solides.

» J'ai exposé avec d'assez grands développements tout ce qui concerne les phénomènes d'endosmose, d'exosmose, de diffusion et de dialyse, tels qu'ils ont été décrits par Dutrochet et par M. Graham, sans omettre aucune des anomalies qui paraissent infirmer la loi, et qui n'en sont pas cependant. Ces deux savants n'ont traité en général les questions relatives à ces phénomènes qu'en mettant en contact, par l'intermédiaire de cloisons poreuses, l'eau avec des solutions de nature organique ou inorganique.

» M. Graham, pour expliquer la diffusion, admet avec raison que les parties salines d'une solution se repoussent en vertu d'une force de même genre, mais moins intense que celle qui porte les gaz à occuper un volume plus grand quand l'espace est augmenté; la force se manifeste également quand les deux liquides sont séparés par une cloison poreuse.

» M. Graham explique comme il suit le double courant d'endosmose et d'exosmose découvert par Dutrochet : l'endosmose paraît être dû à un courant capable d'entraîner des masses; il a nommé *force osmotique* celle inconnue en vertu de laquelle le phénomène s'accomplit, et dont l'intensité est capable de faire équilibre à une colonne d'eau de plus de 1 mètre.

» Le *courant d'exosmose* est celui qui transporte le liquide contenu dans le tube de l'endosmomètre à l'extérieur; pour M. Graham, ce courant est un phémène de diffusion ; ce n'est point la totalité du liquide qui sort, mais bien les particules du sel, l'eau de dissolution étant passive. C'est ce phénomène qu'il a appelé *dialyse,* et dont l'étude lui a permis d'obtenir solubles dans l'eau la silice, l'alumine, etc., etc. M. Graham considère donc ces deux courants comme indépendants l'un de l'autre, ce qui ne me paraît pas être.

» J'ai rappelé dans mon Mémoire les vues théoriques de M. Graham

fondées sur les actions chimiques à l'aide desquelles il a cherché à expliquer l'endosmose.

» Je mentionne également l'application que M. Dubrunfaut a faite de l'endosmose, en même temps que M. Graham s'occupait de l'étude de la dialyse, pour séparer du sirop de sucre les sels alcalins et terreux qu'il contient.

» La seconde partie du Mémoire est relative à la théorie générale des phénomènes électro-capillaires, comprenant l'endosmose, l'exosmose et la dialyse. J'ai commencé par rappeler que les courants électriques agissent comme force physique, pour transporter les solides et les liquides d'un pôle à l'autre, et comme force chimique pour les décomposer.

» Je fais remarquer ensuite, comme on l'a vu précédemment, que Dutrochet et M. Graham n'ont étudié l'endosmose, l'exosmose ou la diffusion et la dialyse que dans le contact des solutions salines et de l'eau; s'ils eussent substitué à l'eau d'autres liquides, le champ des expériences eût été plus vaste. C'est ce que j'ai fait pour arriver au but que je m'étais proposé.

» Prenant en considération ma théorie de 1836, jugée favorablement par Dutrochet, j'ai commencé par chercher l'état électrique d'un assez grand nombre de solutions, dans leur contact avec l'eau, quand elles étaient seulement superposées ou séparées par une cloison poreuse, à l'aide d'un galvanomètre d'une très-grande sensibilité, et en prenant toutes les précautions possibles pour que les lames de platine employées à recueillir les électricités dégagées fussent parfaitement dépolarisées.

» Sans l'intervention de ces lames et sans cloison il n'y a pas de courant électrique; avec la cloison et sans lames on a des courants électro-capillaires, attendu que les parois humides des pores remplacent les corps solides conducteurs, pour opérer la recomposition des deux électricités dégagées. Dans ce cas, la face de la cloison en contact avec la solution positive est le pôle négatif, et, la face opposée, le pôle positif : c'est ce qui a été démontré.

» En comparant la direction des courants obtenus dans trente-cinq déterminations de forces endosmotiques faites par M. Graham, on voit que l'endosmose, à cinq exceptions prés, est dirigée dans le même sens que le courant électrique cheminant du pôle positif au pôle négatif, comme dans l'expérience de Porret. Ces cinq exceptions portent sur cinq acides ou solutions acides dont la direction de l'endosmose change avec leur densité; ainsi, en prenant ces liquides à une densité convenable, l'anomalie cesse. Cette inversion du courant peut tenir à différentes causes.

» Voici maintenant comment j'envisage l'endosmose et l'exosmose :

» Mes expériences démontrent que l'un et l'autre sont dus au double transport produit par le courant électrique; pour l'expliquer, on peut admettre :

» 1° Comme, dans l'observation faite par Fusinieri, le double transport de la matière dans les décharges electriques; effet qui a également lieu quand le courant électrique se produit entre deux liquides séparés par une cloison capillaire.

» 2° Lorsque l'électricité circule d'un liquide à un autre par l'intermédiaire d'une cloison capillaire, celle-ci servant de conducteur solide et liquide, il en résulte un courant fermé produisant deux transports différents, en sens contraire.

» Quelle que soit l'interprétation, j'en ai conclu que l'endosmose a lieu quand le premier transport l'emporte sur l'autre, et l'exosmose dans le cas contraire, et que lorsque les deux transports sont égaux, il n'y a ni endosmose ni exosmose, à en juger seulement par le niveau des deux liquides qui reste le même, bien qu'il y ait transport des substances tenues en solution, comme mes expériences le démontrent en opérant avec : 1° une solution de chlorure de cobalt et une autre de phosphate de soude; 2° une solution de potasse et une autre de chlorure de calcium; 3° une solution de chlorure de baryum et une autre de sulfate de soude.

» La densité des liquides, ainsi que leur état acide ou alcalin peuvent faire changer les rapports entre les causes qui produisent l'endosmose et l'exosmose.

» Dans quelques cas, l'exosmose est dû à l'altération de la cloison en quelques points, et d'où résulte une filtration qui l'emporte sur l'endosmose.

» J'ai cherché ensuite les rapports existant entre la direction de l'endosmose et celle du courant électrique, quand on opère non plus avec une solution saline ou autre en contact avec l'eau, mais bien avec deux solutions quelconques, séparées par du papier-parchemin; j'ai reconnu, dans trente-cinq expériences, que le courant d'endomose était le même que celui du courant électrique produit dans la réaction des deux solutions l'une sur l'autre, c'est-à-dire allant du pôle positif au pôle négatif. On voit par là que tous les faits observés tendent à prouver que l'endosmose et l'exosmose sont dus à l'action chimique et à la capillarité, donnant naissance au courant électrique agissant comme force mécanique et comme force chimique.

» Les expériences à l'aide desquelles on a montré que l'électricité était une des causes premières de l'endosmose, ont fait connaître des faits intéressants qui mettent en évidence le double transport du courant électrique.

» L'appareil dont j'ai fait usage se compose de deux parties, d'un tube fermé par un bout avec du papier-parchemin et dans lequel on introduit le liquide qui doit recevoir l'endosmose, et d'une éprouvette contenant l'autre solution, dans laquelle plonge le tube. Je citerai un exemple : on a mis dans le tube une solution de nitrate de cuivre, et dans l'éprouvette une autre d'oxalate de potasse, l'une et l'autre étant au maximun de saturation. La première solution, essayée au galvanomètre, était positive, la seconde négative; l'endosmose a été du pôle positif au pôle négatif, suivant le principe précédemment énoncé. Sur la face positive en contact avec la solution d'oxalate, il s'est déposé un double oxalate de cuivre et de potasse en petits cristaux bleus, formant des stalactites fistuleuses ayant quelquefois de 1 à 2 décimètres de longueur. Voici ce qui a eu lieu : la solution d'oxalate transportée par le courant direct a rencontré, sur la face positive, la solution de nitrate de cuivre transportée par le courant inverse, et qui avait traversé le papier-parchemin; dans la réaction des deux sels, la potasse, qui a perdu son acide, prend celui du nitrate, et le nitrate de potasse formé entre dans le tube, entraîné par le courant direct avec l'eau qui tenait en dissolution l'oxalate de potasse, en sorte qu'à la fin de l'expérience il ne reste dans le tube plus qu'une solution de nitrate de potasse.

» Les stalactites, en raison de leur constitution fistuleuse, agissent comme cloison; elles livrent passage à la solution de nitrate de cuivre transportée par le courant électrique inverse, et la réaction sur l'oxalate a lieu à l'extrémité de chacune d'elles.

» Dans la formation de ces stalactites, il se produit quelquefois un fait remarquable, surtout quand les actions sont lentes; leur direction est rarement rectiligne : elle est plus ou moins ondulée, et il arrive parfois que les ondulations ont une parfaite régularité. Comment l'électricité produit-elle un phénomène aussi curieux? On l'ignore.

» En général, le dépôt résultant de la réaction des deux solutions l'une sur l'autre a lieu presque toujours sur la face positive, celle d'où part le courant électrique qui produit l'endosmose.

» Les stalactites formées de haut en bas ne sont pas dues à l'action de la pesanteur; car si l'on place la solution positive dans l'éprouvette et la solution négative dans le tube, les stalactites ont lieu de bas en haut dans ce dernier. On met ce fait bien en évidence avec une solution de bicarbonate de soude et une autre de chlorure de calcium, l'une et l'autre concentrées; on obtient ainsi un double carbonate de soude et de chaux cristallisé (gaylussite), et quelquefois des rhomboèdres de chaux carbonatée.

» Il existe des cas où les précipités ont lieu sur la face négative, c'est-à-

dire sur la face de la cloison en contact avec la solution positive; c'est ce qui arrive ordinairement avec les solutions de silicate, d'aluminate de potasse, et autres analogues.

» En opérant avec une solution de nitrate ou de sulfate de cuivre, mise dans le tube fermé avec du papier-parchemin et plongeant dans une solution de silicate ou d'aluminate de potasse, il se forme alors, sur la face négative seulement, du silicate ou de l'aluminate double de cuivre et de potasse en très-petits cristaux bleus. L'endosmose se produit néanmoins dans le tube suivant la direction du courant électrique, c'est-à-dire du positif au négatif. Ces effets s'arrêtent naturellement quand le double silicate obstrue les pores du papier. Avec les solutions de sucre, d'albumine, de gélatine, etc., l'endosmose a lieu dans un sens différent, c'est-à-dire dans la direction du pôle négatif au pôle positif. Peut-être la mauvaise conductibilité de ces substances intervient-elle dans cette inversion.

» On conçoit le nombre considérable de produits que l'on peut former par ce procédé, et qui sont, en général, des doubles combinaisons fréquemment cristallisées. C'est ainsi que l'on obtient le double phosphate de chaux et de soude en prismes rectangulaires biréfringents, avec des sommets; le double phosphate de cobalt et de soude, etc.

» Je dois rappeler à cette occasion que M. Chevreul, pour expliquer la formation de l'oxalate de chaux cristallisé, signalé par M. Payen, dans les incrustations des végétaux, avait admis qu'un oxalate soluble, en traversant les parois d'une cellule végétale, pouvait, en réagissant sur un sel calcaire qui se trouvait dans une cavité, donner naissance à l'oxalate de chaux cristallisé.

» Je rappellerai encore que M. Fremy, en employant comme diaphragme entre deux liquides des vases en bois, en porcelaine dégourdie, pour les faire agir très-lentement l'un sur l'autre, a obtenu, dans l'espace de quelques mois, un grand nombre de composés insolubles cristallisés.

» Je citerai encore un exemple du parti que l'on peut tirer des appareils électro-capillaires pour former des cristaux d'une certaine grosseur et d'une grande limpidité, comme ceux d'alun. On met dans le tube fermé avec du papier-parchemin une solution saturée de sulfate d'ammoniaque, et dans l'éprouvette une solution de sulfate d'alumine marquant 10 degrés à l'aréomètre. Le sulfate d'ammoniaque traverse le papier par l'action du courant qui produit l'exosmose; l'action du courant direct est peu sensible ou est nulle pour transporter le sulfate d'alumine dans le tube. Il se forme peu à peu, dans l'éprouvette, sur la surface du papier, de l'alun ammoniacal; aussitôt que la solution en est saturée, la cristallisation commence

sur le papier, et quelquefois au fond de l'éprouvette, mais due à une autre cause, et continue à mesure que le produit a lieu.

» On conçoit que de semblables effets doivent se produire dans les corps organisés composés de tissus séparant des liquides qui n'ont pas la même composition. Ces effets consistent en phénomènes de transport et en formation de produits solubles ou insolubles, dus aux courants électro-capillaires agissant comme forces physiques et comme forces chimiques.

» En résumé, les recherches dont les résultats sont consignés dans le Mémoire conduisent aux conséquences suivantes :

» 1° Le courant électro-capillaire produit au contact de deux solutions différentes, séparées par une cloison à pores capillaires, donne lieu à des effets de transport dans deux sens différents, et auxquels il faut rapporter l'endosmose et l'exosmose. Quand l'un de ces transports est plus fort que l'autre et est dirigé dans le sens du courant électrique, il y a endosmose; dans le cas contraire, exosmose. Quand les deux transports sont égaux, il n'y a ni endosmose ni exosmose, le niveau étant le même dans les deux liquides, et cependant il y a transport des substances dissoutes. Le pôle négatif est la face de la cloison en contact avec le liquide positif, et la face opposée, en contact avec le liquide négatif, est le pôle positif.

» 2° Lorsque les deux solutions, en réagissant l'une sur l'autre, produisent un précipité, l'endosmose a lieu suivant les principes précédents. Le précipité se dépose ordinairement à l'état cristallin sur la face positive de la cloison.

» 3° Dans le phénomène de la dialyse, entre deux solutions, dont l'une est alcaline, contenant de la silice, de l'alumine, etc., etc., et l'autre un sel métallique, il y a endosmose; mais la silice, l'alumine, etc., etc., transportée par le courant, traverse la cloison pour se combiner, sur la face négative, avec l'oxyde métallique et former un double silicate, un double aluminate, à l'état cristallin, ou un silicate, un aluminate simple.

» 4° L'électro-capillarité comprend donc, avec les phénomènes de réduction et autres décrits dans les précédents Mémoires, l'endosmose, l'exosmose et la dialyse. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'identité de la névrine artificielle avec la névrine naturelle; par* **M. Ad. Wurtz.**

« J'ai communiqué, il y a quelque temps, à l'Académie, les premiers résultats de mes expériences sur la névrine, que j'ai obtenue par un procédé synthétique, en faisant réagir la triméthylamine sur le glycol monochlorhydrique. Le chlorhydrate de triméthyloxéthylammonium, ainsi ob-

tenu (1), m'a paru identique avec le chlorhydrate de névrine préparé avec la névrine extraite du cerveau. J'ai obtenu l'un et l'autre en longues aiguilles déliquescentes, en dissolvant le sel sec dans l'alcool absolu et en versant avec précaution une couche d'éther anhydre à la surface de la solution alcoolique moyennement concentrée. Le chlorhydrate de névrine naturelle avait été séparé, par l'hydrogène sulfuré, du chloro-aurate, la solution débarrassée du sulfure d'or ayant été évaporée, d'abord au bain-marie, puis dans le vide.

» Le chloroplatinate de triméthyloxéthylammonium est très-soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool. Lorsqu'on redissout dans l'eau le précipité formé par l'alcool et qu'on abandonne la solution à l'évaporation spontanée, il s'en sépare de magnifiques prismes clinorhombiques, d'un rouge orangé, et qu'on peut obtenir avec des formes très-nettes et des dimensions considérables.

» Ayant transformé en chloroplatinate le chlorhydrate de névrine naturelle, préparé à l'aide du chloro-aurate pur, j'ai obtenu des cristaux parfaitement identiques avec les précédents par leur forme, leur solubilité dans l'eau, leur insolubilité dans l'alcool. Cette identité de forme a été constatée par des mesures exactes, que M. Friedel publiera prochainement (2).

» Parmi les propriétés du chlorhydrate de névrine qui ont été signalées par M. Baeyer, une des plus caractéristiques est sa réduction par l'acide iodhydrique. La base oxéthylique (3) se convertit, en cette circonstance, en base iodéthylique

$$\underbrace{\left.\begin{matrix}(CH^3)^3\\(C^2H^4.OH)'\end{matrix}\right\}Az.Cl}_{\substack{\text{Chlorure}\\ \text{de triméthyloxéthyl-}\\ \text{ammonium.}}} + 2HI = HCl + \underbrace{\left.\begin{matrix}(CH^3)^3\\(C^2H^4I)'\end{matrix}\right\}Az.I}_{\substack{\text{Iodure}\\ \text{de triméthyliodéthyl-}\\ \text{ammonium.}}} + H^2O.$$

---

(1) Je donne ici une analyse de ce sel, qui supporte une température de 180 degrés sans se décomposer sensiblement :

	Expérience.	Théorie.
Carbone	42,67	42,70
Hydrogène	10,28	10,67

(2) J'ai déjà publié un dosage de platine du chloroplatinate de triméthyloxéthylammonium. Voici une analyse complète de ce beau sel :

	Expérience.	Théorie.
Carbone	19,04	19,41
Hydrogène	4,62	4,53
Platine	31,88	31,87

(3) Le groupe hydroxéthylène $C^2H^4.OH$ est désigné par abréviation sous le nom d'oxéthyle.

L'iodure de triméthyliodéthylammonium ainsi formé est peu soluble dans l'eau froide, et se dépose en magnifiques cristaux de la solution aqueuse bouillante. Je l'ai obtenu en abondance en réduisant, par l'acide iodhydrique, en présence du phosphore, et à une température de 140 degrés, le chlorhydrate de névrine artificielle (1).

» Par l'ébullition avec l'eau et l'oxyde d'argent, cet iodure de la base iodéthylée se convertit, comme on sait, en hydrate de la base vinylique correspondante :

$$\underbrace{\left.\begin{matrix}(CH^3)^3\\(C^2H^4I)'\end{matrix}\right\} AzI}_{\text{Iodure de triméthyliodéthyl-ammonium.}} + Ag^2O = \underbrace{\left.\begin{matrix}(CH^3)^3\\(C^2H^3)'\end{matrix}\right\} Az.OH}_{\text{Hydrate de triméthylvinyl-ammonium.}} + 2AgI.$$

» J'ai constaté l'exactitude de cette réaction, indiquée par M. Baeyer pour la névrine naturelle, en opérant avec l'iodure provenant de la névrine artificielle. En saturant, par l'acide chlorhydrique, l'hydrate qui résulte de cet iodure par l'action de l'oxyde d'argent, et en ajoutant du chlorure d'or, j'ai obtenu un précipité jaune, soluble dans l'eau bouillante, se déposant en petits cristaux par le refroidissement et qui présentait la composition du chloro-aurate de triméthylvinylammonium (2) :

$$\left.\begin{matrix}(CH^3)^3\\(C^2H^3)'\end{matrix}\right\} AzCl + AuCl^3.$$

» La solution étendue d'hydrate de triméthyloxéthylammonium (névrine libre) peut être soumise à l'ébullition sans se décomposer sensiblement. Mais il n'en est pas ainsi lorsqu'on la fait bouillir à l'état concentré. Elle dégage alors de la triméthylamine, ainsi qu'on l'a indiqué pour la névrine naturelle. Mais ce n'est pas là le seul produit de cette décomposition. Lorsqu'on laisse refroidir le ballon dans lequel la solution a été complétement évaporée, et où il ne reste plus de névrine, il s'y condense une petite

(1) Voici une analyse de ce composé :

	Expérience.	Théorie.
Carbone	17,78	17,59
Hydrogène	4,13	3,81

(2) Analyse :

	Expérience.	Théorie.
Carbone	13,81	14,13
Hydrogène	3,02	2,8
Or	46,61	46,3

quantité d'un liquide épais et légèrement coloré en brun. Ce corps ne bout qu'à une température élevée. J'en ai extrait une petite quantité d'un liquide bouillant au-dessus de 190 degrés, et qui présentait les propriétés du glycol. Chauffé avec de la potasse sèche, ce corps a dégagé en effet du gaz hydrogène pur. L'acide nitrique l'a vivement oxydé. Sa formation se conçoit aisément. L'hydrate de triméthyloxéthylammonium peut se dédoubler par la chaleur en triméthylamine et en glycol :

$$\underbrace{\left.\begin{matrix}(CH^3)^3\\ C^2H^4.OH\end{matrix}\right\}Az.OH}_{\text{Hydrate de triméthyloxéthylammonium.}} = \underbrace{(CH^3)^3Az}_{\text{Triméthylamine.}} + \underbrace{C^2H^4\left\{\begin{matrix}OH\\ OH\end{matrix}\right.}_{\text{Glycol.}}$$

» Cette réaction offre le premier exemple de la formation du glycol aux dépens d'un produit naturel.

» Je ne pense pas néanmoins qu'elle soit aussi simple que l'indique l'équation précédente. Elle peut donner naissance, en même temps, à une certaine quantité d'oxyde d'éthylène. En effet, d'une part j'ai constaté que le liquide épais dont j'ai parlé ne passe pas entièrement à la température d'ébullition du glycol, mais que les dernières portions distillent au-dessus de 200 degrés, comme si une petite quantité d'alcools polyéthyléniques était mêlée au glycol lui-même. On sait, en effet, que celui-ci se convertit en alcools polyéthyléniques en fixant de l'oxyde d'éthylène.

» D'autre part la triméthylamine n'est pas l'unique produit qui existe en dissolution dans l'eau qui se condense pendant l'ébullition de la solution de névrine. Lorsqu'on fait bouillir le liquide distillé, de manière à l'évaporer en grande partie, il est facile d'en chasser la triméthylamine et de la condenser dans l'acide chlorhydrique étendu. Il reste alors un liquide qui, saturé par l'acide chlorhydrique et additionné de chlorure d'or, donne le précipité jaune caractéristique de la névrine.

» Il m'a semblé que la névrine a été régénérée ainsi par l'action de l'oxyde d'éthylène sur la triméthylamine, car il n'est pas possible d'admettre qu'une base ammoniée, telle que la névrine, puisse distiller sans altération.

» Ceci m'a conduit à tenter une nouvelle synthèse de la névrine. J'ai enfermé dans un ballon une solution concentrée de triméthylamine avec de l'oxyde d'éthylène et j'ai abandonné le tout à la température ordinaire. Du jour au lendemain, le liquide était devenu épais, et l'odeur de la triméthylamine avait entièrement disparu. Ayant neutralisé par l'acide chlorhy-

drique le liquide fortement alcalin, et ayant ajouté du chlorure d'or, j'ai vu se former le précipité jaune caractéristique du chloro-aurate de névrine (1).

» Dans cette réaction, la névrine se forme directement par l'addition de tous les éléments de la triméthylamine, de l'oxyde d'éthylène et de l'eau :

$$\underbrace{(CH^3)^3Az}_{\text{Triméthylamine.}} + \underbrace{C^2H^4O}_{\text{Oxyde d'éthylène.}} + H^2O = \underbrace{\left.\begin{matrix}(CH^3)^3\\ C^2H^4.OH\end{matrix}\right\}Az.OH}_{\text{Névrine.}}$$

» Les expériences que j'ai décrites dans cette Note me semblent dissiper tous les doutes concernant l'identité de la névrine artificielle et de la névrine naturelle. La question d'isomérie que j'avais réservée dans ma dernière communication est donc résolue aujourd'hui. J'ajoute qu'une telle réserve était nécessaire, puisque la théorie conçoit l'existence de nombreuses bases isomériques avec la névrine. Les formules suivantes indiquent la constitution de quelques-unes de ces bases :

$$\underbrace{\left.\begin{matrix}C\,H^3\\ C^2H^5\\ H\\ C^2H^4.OH\end{matrix}\right\}Az.OH}_{\text{Hydrate de méthyléthyloxéthylammonium.}}\quad \underbrace{\left.\begin{matrix}C^3H^7\\ H\\ H\\ C^2H^4.OH\end{matrix}\right\}Az.OH}_{\text{Hydrate de propyloxéthylammonium.}}\quad \underbrace{\left.\begin{matrix}C^2H^5\\ H\\ H\\ C^3H^6.OH\end{matrix}\right\}Az.OH}_{\text{Hydrate d'éthyloxypropylammonium.}}\quad \underbrace{\left.\begin{matrix}C\,H^3\\ C\,H^3\\ H\\ C^3H^6.OH\end{matrix}\right\}Az.OH}_{\text{Hydrate de diméthyloxypropylammonium.}}\quad \underbrace{\left.\begin{matrix}H\\ H\\ H\\ C^5H^{10}.OH\end{matrix}\right\}Az.OH\ldots}_{\text{Hydrate d'oxamylammonium.}}$$

» Parmi ces bases, j'ai cherché à préparer la dernière en faisant réagir l'amylglycol monochlorhydrique sur l'ammoniaque. J'ai obtenu un sel de platine cristallisé, qui diffère complétement du chloroplatinate de névrine et qui paraît présenter la composition de la base vinylique correspondante.

» J'ai aussi obtenu un homologue de la névrine en faisant réagir la triéthylamine sur la chlorhydrine du glycol. Je décrirai ces corps dans une prochaine communication. »

ZOOLOGIE. — *Mémoire sur les Sarcoptides avicoles et sur les métamorphoses des Acariens; par* **M. Ch. Robin**. [Extrait par l'auteur (2).]

« On sait que chez les Acariens tous les individus présentent, pendant la durée de leur existence hors de l'œuf, trois états qui se montrent

---

(1) Il a donné à l'analyse 44,28 pour 100 d'or au lieu de 44,45.

(2) L'Académie a décidé que cette communication, bien que dépassant les limites réglementaires, serait reproduite en entier au *Compte rendu*.

brusquement après une mue et chacun d'une durée différente, bien que variable selon les conditions de température, etc.

» Le premier état est celui de *larve* (DE GEER), toujours hexapode, que présente l'animal en sortant de l'œuf. Il est caractérisé par le volume de l'arachnide, qui est toujours moindre que dans les phases ultérieures de l'évolution, bien que la forme soit dans le plus grand nombre des espèces analogue à ce qu'elle sera pendant le reste de la vie.

» Le deuxième état est celui de *nymphe* (DUGÈS).

» Il comprend les Acariens *octopodes impubères* (DUGÈS), c'est-à-dire ceux qui sont dépourvus d'organes sexuels.

» Le troisième état des Acariens est celui de l'*état adulte* ou *pubère*, qui comprend les *individus octopodes sexués*. Or non-seulement cette forme embrasse dans chaque espèce les *individus mâles* et les *individus femelles* souvent fort différents les uns des autres, comme chez les Sarcoptides, mais encore les femelles des Sarcoptides avicoles passent par deux formes distinctes qu'on trouve toujours réunies et vivant ensemble.

» Ce sont : 1° *les femelles accouplées* ressemblant beaucoup aux nymphes et n'ayant pas encore des organes générateurs externes (*vulve*), ni de sternite en fer à cheval ou semi-lunaire, mais possédant des organes d'accouplement chez certaines espèces; 2° *les femelles fécondées*, d'une conformation et de dimensions très-différentes de celles des précédentes d'une part, de celles des mâles d'autre part; elles sont pourvues des organes précédents (vulve), avec les pièces solides qui l'accompagnent, et ont un œuf dans l'oviducte sur le plus grand nombre des individus.

« En résumé, tous ces Acariens passent par des états distincts qui se manifestent chacun à la suite d'une mue. Ces états sont au nombre de quatre pour les mâles, de cinq pour les femelles des *Sarcoptides avicoles* et d'autres Sarcoptides également parasites des animaux. Ce sont :

» 1° L'état d'*œuf* au sortir duquel l'animal a la forme de :

» 2° *Larve hexapode*, suivie de l'état de :

» 3° *Nymphes octopodes* sans organes sexuels;

» 4° De certaines de ces nymphes sortent : *a*, des *mâles sexués*, lors d'une mue qui pour ceux-ci est définitive; *b*, des autres sortent des *femelles sans organes génitaux externes*, ressemblant par suite beaucoup aux nymphes dont elles viennent d'abandonner le tégument, mais plus grosses pourtant et ayant déjà des organes d'accouplement spéciaux dans quelques espèces;

» Enfin, lors d'une dernière mue consécutive à l'accouplement, ces femelles laissent sortir :

» 5° Les femelles sexuées et fécondées, qui ne s'accouplent pas, et dans l'ovaire desquelles se montre un œuf. Ces dernières sont très-différentes des mâles et des femelles sans organes génitaux externes, et cela tant par leur plus grande taille que par leur conformation.

» Une fois accomplie la mue qui laisse sortir les mâles ou les femelles pourvus d'organes sexuels, on ne voit plus s'en produire d'autre (1).

» *De l'état ovulaire et embryonnaire.* — Les œufs de ces Acariens diffèrent un peu de forme et de structure (en ce qui touche leur membrane vitelline ou coque) d'un genre à l'autre. Pourtant il faut noter que tous sont cylindroïdes, à extrémités mousses, et ont une longueur deux fois plus considérable que leur épaisseur, avec une extrémité un peu plus atténuée que l'autre. Cette dernière est celle à laquelle correspond le rostre.

» Ils sont plus ou moins aplatis d'un côté dans le sens de leur longueur, et une fois le développement assez avancé, on voit que c'est à cette face que correspond le ventre de l'animal. L'éclosion a lieu par division en deux de l'extrémité céphalique de l'œuf, dont la coque se sépare sur une partie de sa longueur en deux valves, puis se roule sur elle-même une fois que la larve en est sortie. D'une espèce à l'autre elle est tout à fait homogène, ce qui est le cas le plus habituel, ou plus ou moins granuleuse. Tous les Sarcoptides avicoles sont ovipares et placent leurs œufs, lors de la ponte, dans l'angle rentrant que forment les barbes des plumes avec la tige sur laquelle elles sont insérées (2).

---

(1) Le nombre des mues que subit chaque individu dans le cours de son existence ne correspond pas à celui des états successifs offerts par chaque arachnide. On voit, en effet, une mue ou deux avoir lieu, après chacune desquelles l'animal conserve encore soit l'état de larve hexapode, soit l'état de nymphe impubère, c'est-à-dire avant que l'animal passe de ce premier état au deuxième, et de ce dernier à l'état d'individu adulte ou pubère. Les mues ne sauraient par conséquent être exactement comparées aux éclosions, comme le fait Dugès, et on ne doit pas employer l'un de ces termes au lieu de l'autre. Chaque mue est annoncée par l'immobilité dans laquelle reste l'animal. La première commence vers le quatrième jour après l'issue hors de l'œuf de l'individu hexapode, et l'animal reste environ trois jours dans l'immobilité avant d'abandonner son premier tégument chitineux. Cette immobilité est de trois à cinq jours pour les autres mues, avec des périodes d'activité entre chaque mue, qui sont de six à huit jours au moins sur les Tyroglyphes et les Glyciphages.

(2) La plupart des espèces les pondent sur les rémiges, mais d'autres les déposent sur les tectrices, où il faut les chercher lorsqu'on ne les trouve pas sur les premières. La segmentation du vitellus n'est pas encore commencée sur le plus grand nombre, lorsque a lieu la

» *De l'état de larve.* — Dans toutes les espèces, les larves sont hexapodes, et la disposition des épimères permet de reconnaître que c'est la troisième et non la quatrième paire qu'elles ont en sortant de l'œuf. Rien ne fait distinguer les larves qui deviendront des individus mâles de celles qui seront des femelles. L'examen des larves et des nymphes des espèces dont les mâles adultes ont les pattes de la troisième paire volumineuses d'une manière disproportionnée à côté des autres montre que ces pattes restent petites pendant la durée de cet état, et qu'elles ne prennent leur grand volume que sous la peau des nymphes avant leur dernière mue.

» Les larves sont presque identiques d'une espèce à l'autre, et se ressemblent même souvent beaucoup d'un genre à l'autre.

» Toutes n'ont à l'arrière de l'abdomen qu'une paire de poils aussi longs ou un peu plus longs que le corps n'est large. Toutes ont un abdomen plus court et les flancs plus resserrés que durant les périodes ultérieures de leur développement (1).

» Les larves de chaque espèce sont de dimensions diverses. En suivant leur évolution et par l'étude attentive des enveloppes hexapodes abandonnées par des individus qui ont mué (enveloppes qui sont également de plusieurs grandeurs), on constate que ces Acariens subissent de deux à trois mues avant de passer à l'état de nymphes ou individus octopodes impubères, et qu'après chaque mue l'animal est un peu plus grand qu'il n'était auparavant (2).

» *Des nymphes.* — Les individus octopodes impubères ou *nymphes*, dépourvus d'organes sexuels, ne présentent aucun caractère qui permette de distinguer ceux qui deviendront les mâles de l'espèce de ceux qui seront les femelles. L'étude des nymphes des espèces dont les mâles adultes ont

---

ponte; cependant il est quelques espèces chez lesquelles le vitellus est déjà divisé en quatre lobes vitellins, alors que l'œuf est encore contenu dans l'oviducte. La division a lieu par plans perpendiculaires au grand axe du vitellus.

(1) Dès le moment de l'éclosion, le *rostre* est constitué des mêmes parties que sur les individus adultes et de même configuration; le volume seul de ses parties change à chaque mue, mais non leur constitution.

(2) Les larves se tiennent particulièrement entre les barbes, ordinairement près de leur insertion sur la tige; on les y retrouve souvent seules ou avec des nymphes, alors que les adultes se sont enfuis. Leur démarche, ainsi que celle des nymphes, est ordinairement plus lente que celle de ces derniers. Les larves de certaines espèces se rencontrent plus particulièrement dans les tectrices, alors que les adultes se logent dans les rémiges; celles d'autres espèces sont mélangées à ces derniers entre les barbes de ces grandes pennes alaires.

les pattes de la quatrième paire d'un volume disproportionné à côté des autres montre que ces pattes restent petites pendant toute la durée de cet état; elles ne prennent leur grand volume que sous la peau du corps avant la dernière mue; en même temps que se produisent dans les mêmes conditions les organes sexuels (1).

» C'est aussi sous la peau des nymphes arrivées à la dernière période de cet état que se développent les prolongements postérieurs de l'abdomen tant des mâles que des femelles qui ont l'abdomen bilobé. Pour les uns et les autres, on voit ces prolongements recourbés sous le tégument de l'extrémité postérieure arrondie du corps des nymphes. Ils portent déjà les poils et les piquants qui sont insérés sur eux. Leur forme, ainsi que les pièces des organes sexuels, les ventouses copulatrices des mâles, etc., qu'on aperçoit par transparence, permettent de distinguer les mâles des femelles avant leur issue du tégument des nymphes, ayant la même forme et des dimensions semblables (2).

» Les larves, les nymphes ou les individus sexués, séjournant sous le tégument qui appartient à leur état antérieur et qu'ils vont abandonner, montrent leurs pattes repliées sous l'abdomen. Dans les larves sous le tégument desquelles se développe une nymphe, on voit derrière la troisième paire de pattes apparaître la quatrième paire, qui, n'étant pas précédée d'un organe semblable, ne peut naturellement se produire dans l'intérieur d'un autre membre comme dans un étui. Elle est repliée d'arrière en avant sous le tégument. Il en est, du reste, nécessairement de même des poils que les nymphes portent en plus grand nombre que les larves, et qui n'ont pas leurs analogues chez celles-ci.

» Les pattes qui bientôt vont devenir libres sont repliées sous l'abdomen,

---

(1) On sait toutefois que les Tyroglyphes et les Glyciphages portant des organes sexuels soit mâles, soit femelles, déjà reconnaissables, mais imparfaitement développés, subissent encore une dernière mue. Au sortir de celle-ci, ils montrent leur appareil d'accouplement entièrement formé et abandonnent un tégument sur lequel on voit la trace bien dessinée des rudiments de ces organes.

(2) Cependant, lorsqu'on a sous les yeux deux nymphes simultanément contenant l'une un mâle, l'autre une femelle prêts à sortir, on peut constater que celle qui renferme la femelle est sensiblement plus grande que celle qui va donner issue au mâle. Dès leur issue, c'est-à-dire deux ou trois minutes après, une fois étendus, les mâles, comme les femelles, ont les dimensions qu'ils conservent toujours, à 2 ou 3 centièmes de millimètre près. Seulement les pièces chitineuses sont encore incolores ou à peine distinctes, jaunâtres, et ordinairement tout le corps est rempli de fines granulations graisseuses.

de telle sorte que les antérieures ont leur trois derniers articles et les poils qu'ils portent dirigés en arrière, et les postérieures les articles correspondants dirigés au contraire du côté de la tête. Celles de la deuxième paire sont parallèles entre elles, presque contiguës l'une à l'autre sur la ligne médiane, et celles de la quatrième paire offrent une disposition semblable, mais sont dirigées au sens inverse. Les pattes de la première paire sont couchées en dehors de celles de la deuxième, et celles de la troisième paire en dehors des dernières. Les poils de l'épistome et ceux du céphalothorax sont couchés, les premiers d'avant en arrière, les autres en sens inverse sous le tégument qui va être quitté. Les poils de la partie postérieure du corps et ses lobes, ainsi que leurs appendices (quand il y en a), sont repliés et couchés sous le ventre contre les dernières pattes. Ces lobes et leurs appendices en se redressant dès leur sortie du tégument chitineux abandonné font que les individus sexués se trouvent plus grands qu'ils n'étaient immédiatement avant sous forme de nymphe. Comme sous cet état ils n'avaient aucun organe correspondant à ces lobes, ni aux poils (toujours plus gros et plus nombreux qu'ils n'étaient pendant la phase évolutive précédente), non plus qu'aux autres appendices de ces lobes, il devient certain que ces organes naissent au lieu même où on les voit grandir, c'est-à-dire à la surface du corps, sous le tégument qui va être délaissé. Il est impossible en effet qu'ils se produisent dans des organes correspondants qui les précéderaient et dont ils sortiraient comme d'un étui (ainsi que semblent implicitement ou explicitement l'admettre quelques auteurs), puisqu'ils apparaissent alors pour la première fois et que leur évolution n'est plus suivie d'une autre mue.

» Le début de chacun de ces phénomènes est annoncé par un décollement du tégument externe par rapport à la couche chitineuse qu'aura l'animal en sortant du précédent. Les pattes se retirent ensuite de l'enveloppe qui leur correspond et qu'on voit alors vide de tout contenu musculaire, etc. Elles se replient sous le ventre entre l'ancien et le nouveau tégument, ainsi que les crochets et les ventouses des tarses. Le rostre se rétracte ensuite fortement vers le céphalothorax en se décollant et s'écartant très-sensiblement de la portion d'enveloppe qui lui correspond et qui doit être délaissée. Pas plus chez les Sarcoptides avicoles que sur les Sarcoptes, les Psoroptes et les Symbiotes (Eichstedt, Gerlach, Bourguignon, Furstenberg), on ne peut voir les poils arrachés de l'intérieur de ceux que garde à sa surface le tégument abandonné. Les faits notés précédemment sur leur direction (avant l'issue de l'animal hors de cette enveloppe), sur leur nombre, leur volume, etc.,

portent à penser que dépendant seulement du tégument chitineux, ils naissent à chaque mue aux points où ils sont insérés, pendant que l'animal est immobile, dès que le nouveau tégument s'est décollé de l'ancien et que les pattes et le rostre se sont rétractés.

» Les différences entre les nymphes d'espèces diverses sont un peu plus prononcées que celles qui existent entre les larves. Cependant elles se ressemblent encore beaucoup dans chaque genre et même offrent d'un genre à l'autre un type commun de conformation qu'on ne retrouve plus sur les individus sexués. Mais indépendamment de la quatrième paire de pattes qu'elles possèdent déjà, elles se distinguent des larves par leur plus grand volume, par l'existence de deux paires de poils au bout de l'abdomen qui est plus grand que sur ces dernières et à côtés ordinairement plus arrondis (1).

» Les nymphes n'ayant de commun avec les mâles et les femelles de la même espèce que la constitution du rostre et la présence de huit pattes (le plus souvent différentes de ce qu'elles seront après la mue suivante), il importe donc de n'établir les espèces que sur l'examen des mâles et des femelles comparés entre eux et aux individus encore impubères.

» Les nymphes sont d'une taille qui de l'une à l'autre varie entre celle des plus grosses larves et une grandeur un peu moindre que celle des individus adultes. Les enveloppes octopodes abandonnées par les nymphes sont de plusieurs grandeurs, et d'après les variétés de leurs dimensions on voit que ces animaux subissent au moins deux ou trois mues en restant à l'état de nymphe, avant d'arriver à l'état sexué, et qu'à chaque mue l'Acarien sort plus grand qu'il n'était auparavant (2).

---

(1) Les larves, comme les nymphes, n'ont dans toutes les espèces, une seule exceptée, que l'unique *plaque tégumentaire granuleuse de l'épistome ;* elle est plus grande seulement sur ces dernières que sur celles-là. Les unes et les autres manquent de la *plaque thoraco-abdominale* qui n'existe que sur les individus sexués. Ce fait, joint à ce que la conformation et les proportions de leurs pattes et de leur abdomen sont analogues d'une espèce à l'autre et même d'un genre à l'autre, montre que les espèces fondées sur l'examen des nymphes seules ne sauraient être maintenues, les différences spécifiques essentielles ayant nécessairement alors été omises. Or on sait que, malgré les différences de volume, de forme et de constitution qui séparent les mâles et les femelles de beaucoup d'arachnides, il est fort peu de descriptions spécifiques qui en tiennent compte, même dans des écrits des plus récents.

(2) Pour elles, comme pour les larves, la fente du tégument abandonné à chaque mue et qui lui permet de sortir, a lieu sur le milieu du dos dans le sens longitudinal, en arrière de la plaque de l'épistome, ou parfois en même temps sur ses côtés. Il n'est pas rare de voir des nymphes pourvues de leurs huit pattes avec leurs deux paires de poils postérieurs repliés

» Les nymphes se rencontrent aux mêmes endroits que les larves; elles ont une démarche analogue, plus lente que celle des adultes. Comme les larves, elles sont d'un blanc grisâtre à surface brillante, au lieu d'avoir la teinte rousse des individus sexués. Leur démarche est surtout lente lorsque, sous le tégument, se développe une forme d'un âge plus avancé, dont par transparence on aperçoit les organes : alors l'animal reste presque immobile à l'aisselle d'une barbe de la plume insérée sur sa tige.

» *Des femelles accouplées.* — Bien que les femelles accouplées soient toujours sensiblement plus grosses que les nymphes, elles ne s'en distinguent aisément, lorsqu'elles ne sont pas en voie d'accouplement, que dans les espèces où elles portent à l'arrière du corps deux appendices incolores, cylindriques, qui manquent aux nymphes de ces mêmes espèces. Mais la présence de ces organes sur quelques espèces suffit pour prouver que, même dans celles où il manque, ce n'est pas à des nymphes quelconques que s'accouplent les mâles.

» Cet accouplement des mâles arrivés au dernier terme de leur développement avec des femelles sans organes sexuels, ayant encore davantage les caractères des nymphes que ceux des femelles à appareil vulvaire, qui bientôt par une dernière mue sortiront de l'enveloppe précédente, est d'autant plus remarquable qu'il ne s'observe pas sur les Tyroglyphes, les Glyciphages, etc., etc. (1). Ceux-ci en effet ne s'accouplent qu'entre mâles et femelles dont les organes sexuels ont de part et d'autre atteint leur complet développement, tandis qu'on voit souvent des Sarcoptides avicoles femelles sans organes sexuels accouplés et encore retenus par le mâle lais-

---

sous le tégument des plus grosses larves hexapodes, comme aussi on aperçoit des individus hexapodes prêts à sortir de dessous le tégument d'autres larves hexapodes. On rencontre également assez souvent des nymphes parmi les plus volumineuses, sur lesquelles on aperçoit, au travers du tégument, un individu mâle ayant déjà tous ses organes sexuels bien développés et prêt à rompre l'enveloppe qu'il avait durant la phase octopode impubère ; on observe enfin, sous le tégument de certaines nymphes, des femelles sans *organes génitaux externes*, mais reconnaissables comme femelles sur les espèces où ces dernières possèdent des organes d'accouplement particuliers. Ces femelles-là montrent à leur tour sous leur tégument, peu après l'accouplement ou même pendant qu'il dure encore (mais peu avant qu'il finisse), la femelle pourvue d'*organes sexuels externes* prête à sortir de cette enveloppe par une dernière mue.

(1) Déjà MM. Bourguignon et Delafond ont noté chez les Psoroptes femelles un *état propre à l'accouplement* (consécutif à la mue qui fait passer l'individu *hexapode* à la forme *octopode*) suivi de deux mues qui amènent l'animal à l'*état propre à la ponte* ou définitif (1856).

sant apercevoir sous leur tégument une femelle à organes génitaux déjà bien développés et apparents.

» L'accouplement des mâles avec les femelles sans organes sexuels externes a lieu de la manière suivante. Les deux individus accouplés se tiennent l'un à l'autre par l'extrémité postérieure de leurs corps de manière à ce que la tête de l'un soit dirigée en sens inverse de celle de l'autre. Sur la face dorsale de l'arrière du notogastre de la femelle, le mâle applique la face antérieure de son abdomen jusqu'au delà de l'anus; les deux ventouses copulatrices placées près de cet orifice sont saillantes et appliquées au tégument de la femelle de manière à lui adhérer assez intimement (1).

» Les deux sexes ont ainsi le dos tourné du même côté, et l'un des deux individus traîne l'autre derrière lui. C'est le mâle, en général, qui est emporté par la femelle, et ils restent ainsi plusieurs jours dans cette position.

» Il en est de même sur les Tyroglyphes et les Glyciphages, et ces animaux semblent attendre ainsi l'instant favorable pour le coït proprement dit, car leurs organes sexuels ne sont pas appliqués l'un contre l'autre. De plus, ce n'est qu'à certains moments, et non pendant toute la durée de cet accouplement, qu'en séparant l'un de l'autre les Tyroglyphes et les Glyciphages on trouve le pénis, d'une part, et les lèvres de la vulve, de l'autre, gonflés et saillants, ainsi que les ventouses cylindroïdes qui les accompagnent (2).

» Dans presque toutes les espèces, les femelles accouplées sont, comme

---

(1) Dans les espèces dont le mâle est pourvu de pattes postérieures volumineuses et plus longues que les autres, celui-ci tient en outre les tarses appuyés fortement contre les flancs de la femelle et se fixe de la sorte à elle.

(2) Ce gonflement des organes sexuels, rappelé plus haut, montre bien qu'ils sont les organes essentiels de la copulation, et qu'il y a, à un instant donné, intromission de l'organe mâle dans celui de la femelle. Il n'en saurait être ainsi sur les *Sarcoptides avicoles*, dont les femelles accouplées sont dépourvues d'organes sexuels. Il est possible que le mâle ne se tienne ainsi attaché à la femelle que pour attendre le moment où a lieu la mue, lors de laquelle sort la femelle sexuée, pour pratiquer aussitôt avec celle-ci le coït pendant que les lèvres chitineuses de la vulve n'ont pas encore la rigidité qu'elles acquièrent bientôt. Dugès a remarqué aussi que les mâles des Tétranyques semblent couver les nymphes immobiles, comme s'ils attendaient l'éclosion d'une femelle pour s'en emparer aussitôt, et plusieurs auteurs ont observé des femelles subissant les phases de la mue pendant la durée de l'accouplement (Furstenberg, etc.). Les mâles des *Sarcoptides avicoles* sont à peu près aussi nombreux que les femelles, contrairement à ce que l'on voit pour plusieurs espèces de Tyroglyphes et de Glyciphages, dans lesquelles les mâles sont très-rares.

les nymphes et les larves, d'une coloration d'un blanc grisâtre, tandis que les individus sexués sont moins transparents, roussâtres ou brunâtres.

» Ces derniers diffèrent toujours considérablement (les mâles au moins) des individus qui en sont encore aux états antérieurs de leur évolution. Les mâles diffèrent même beaucoup des femelles par leur volume, leur forme et la disposition de leurs pattes, en sorte qu'il est impossible de bien établir les caractères d'une espèce tant qu'on n'a fait que l'examen d'individus de l'un seulement des deux sexes, même comparé aux nymphes et aux larves. D'autre part, en raison des différences existant entre les individus sexués et les nymphes ou les femelles accouplées, les doutes qui s'élèvent parfois sur leur identité spécifique ne sont nettement levés que lorsqu'on a pu observer l'issue des adultes hors de leur enveloppe de nymphe proprement dite ou de femelle accouplée (1).

» Les *femelles accouplées* se trouvent avec les mâles et aussi avec les femelles sexuées, soit mêlées aux nymphes et aux larves en séries, soit isolées entre les barbes des rémiges seules ou des rémiges et des tectrices (comme on le voit sur les cailles et les perdrix), soit plus particulièrement sur les rémiges. Les tectrices, au contraire, logeant surtout des nymphes et des larves, le plus souvent, ils sont entre les grandes barbes. Sur quelques oiseaux, comme sur le martinet (*Cypselus*), il y en a aussi entre les barbes de la courte rémige. Parfois les mâles et les femelles fécondées, mais surtout ces dernières, se tiennent appliqués plusieurs à la suite l'un de l'autre, ou en amas avec des nymphes, contre les faces latérales de la tige des plumes, à la base des barbes, ou entre les premières barbes duvetées qui sont près de l'âme de la plume, soit des rémiges, soit des tectrices. D'autres fois, les adultes sont dans le sillon de la face inférieure de la tige jusqu'auprès de l'*âme*, en même temps qu'il y en a sur les côtés de la tige (2).

---

(1) Les œufs se développent dans l'ovaire des femelles pendant qu'elles ont encore la forme des nymphes, avant la mue qui laisse en évidence les organes génitaux externes bien développés. Souvent ces femelles, ayant des œufs dans l'abdomen et n'ayant pas encore l'appareil externe de la ponte ni la conformation caractéristiques de l'âge adulte, ont été décrites comme des *femelles pleinement développées* dans des espèces où celles-ci ne sont en fait pas encore connues. Il en est ainsi pour les *Sarcoptes Scabiei, Cati,* etc.

(2) Dans tous les cas, on ne trouve ces Acariens que sur les ailes quand les oiseaux sont récemment tués, et ils rentrent rapidement entre les barbes quand on cherche à les enlever. Lorsque l'animal se refroidit, ils se répandent ordinairement sur la peau du corps, les adultes surtout, et on les trouve encore vivants trois à cinq jours après la mort de l'oiseau. Les

» Lorsque ces Acariens sont très-nombreux, comme on le voit souvent sur les perdrix et les cailles, les coques des œufs, et surtout les enveloppes de larves et de nymphes, sont abandonnées les unes à la suite des autres entre un certain nombre de barbes voisines sur une même plume. Elles forment ainsi des plaques grisâtres vers le milieu de la plume, pouvant atteindre une largeur de 1 centimètre carré ou environ.

» Dans ces enveloppes, non plus que parmi celles qui sont éparses, on n'en trouve jamais qui aient appartenu aux femelles ni aux mâles sexués, qui en un mot reproduisent leur forme, leur plaque granuleuse céphalotoracique et la disposition des organes génitaux externes; toujours on ne rencontre que des téguments reproduisant la conformation des larves et des nymphes avec leur unique plaque grenue de l'épistome. Ces particularités montrent que les individus sexués ne subissent aucune mue, et que la dernière de chaque espèce est celle qui s'annonce par l'apparition des organes sexuels sous le tégument des nymphes proprement dites quand il s'agit des mâles, et pour les femelles sous celui des individus ayant la forme des nymphes, mais ayant été accouplées avec les mâles alors qu'elles étaient encore sans organes sexuels (1).

» Les *Sarcoptides avicoles* ont des affinités avec les *Symbiotes*, les *Sarcoptes* et les *Psorotes*, par les analogies que présentent des uns aux autres les sillons de leurs téguments, et par l'existence chez tous de plaques granuleuses dorsales; mais ils en diffèrent beaucoup par la forme de leur corps, par la disposition de leurs lèvres, de leurs palpes maxillaires, de leurs mandibules, de leurs organes génitaux et surtout de leurs pattes.

» A ces derniers égards, ils se rapprochent davantage des Tyroglyphes et surtout des Glyciphages; mais ils se distinguent aisément de ces derniers, qui ont le tégument lisse ou grenu, sans sillons ni plaques granuleuses thoraco-abdominale, et qui de plus ont le corps de forme plus massive.

» Enfin les larves et les nymphes diffèrent plus des individus sexués, et les mâles diffèrent plus des femelles sur les *Sarcoptides avicoles* que chez les Sarcoptes, les Symbiotes, les Psorotes, les Tyroglyphes et les Glyciphages (2). »

---

nymphes et les larves restent plus longtemps à l'aisselle des barbes, et souvent même jusqu'à ce qu'elles y meurent.

(1) Ces faits s'observent non-seulement sur les *Sarcoptides avicoles*, mais encore chez les Acariens de toutes les familles autres que celles des Sarcoptides.

(2) Les espèces sur l'étude desquelles est fondé le travail dont provient l'extrait précédent

MÉTÉOROLOGIE. — *Note sur le coup de vent de l'île de la Réunion; par* **M. Morin**.

« Le cyclone qui, du 12 au 13 mars a passé sur l'île de la Réunion et qui paraît y avoir causé de grands ravages dans certaines localités, a donné lieu à l'observation d'un phénomène particulier qui est signalé dans une Lettre du D[r] Vinson, bien connu de l'Académie :

« Après de violentes raffales de vent du S.-E., un calme profond s'établit » pendant six à sept heures avant la reprise des vents opposés qui in- » diqua que le centre du cyclone était sur l'île. Pendant cette période, » où l'on se trouvait ainsi en plein calme, au milieu du tourbillon, l'on a » observé un phénomène inconnu jusqu'alors dans l'île. L'air était chaud » au point de causer à la figure une sensation de brulûre telle, que plusieurs » personnes exposées au dehors à cet air brûlant furent obligées de se laver » à l'eau fraîche pour se soustraire à cette souffrance. A l'intérieur des » maisons l'air était relativement frais. »

» Cette grande élévation de température peut-elle être attribuée à l'origine de ces tourbillons, qui viennent des régions équatoriales par des vents de N.-E. passant sur la Malaisie, ou plutôt à la chaleur développée par le mouvement de rotation des couches extérieures autour du noyau du cyclone, qui n'a qu'un mouvement de translation? »

« **M. Milne Edwards** place sous les yeux de l'Académie une nouvelle espèce de la famille des Faisans, provenant de l'intérieur de la Chine, et

---

appartiennent aux genres indiqués ici : I. *Pterolichus* (genre nouveau), comprenant les *Pt. bisubulatus*, Ch. R.; *Pt. obtusus*, Ch. R.; *Pt. claudicans*, Ch. R.; *Pt. cultrifer*, Ch. R., et *Pt. delibatus*, Ch. R. — II. *Dermalichus*, Koch, comprenant les *D. passerinus*, Koch *ex* Linné (*Acarus chelopus?* Hermann); *D. oscinum*, Koch, et *D. socialis*, Ch. R. — III. *Pteronyssus* (genre nouveau), *Pt. picinus* (*Dermaleichus picinus*, Koch). — IV. *Proctophyllodes* (genre nouveau), comprenant les *Pr. glandarinus* (*Dermaleichus glandarinus*, Koch); *Pr. profusus*, Ch. R.; *Pr. troncatus*, Ch. R.; *Pr. hemiphyllus*, Ch. R., et *Pr. microphyllus*, Ch. R. — V. *Pterodectes* (genre nouveau), comprenant les *Pt. rutilus*, Ch. R.; *Pt. cylindricus*, Ch. R., et *Pt. bilobatus*, Ch. R. Bien que faciles à distinguer génériquement et spécifiquement les uns des autres et des divers genres déjà connus de la famille des Sarcoptides, ces Acariens conservent un ensemble de caractères qui ne permettent pas de les séparer de cette dernière famille. Outre les faits résumés dans les pages précédentes, ce Mémoire contient : 1° la description taxinomique de toutes ces espèces étudiées sous les divers états par lesquels chaque sexe passe à compter de l'état ovulaire; 2° la description anatomique de leurs organes génitaux externes, tégumentaires et locomoteurs.

désignée sous le nom de *Crossoptilon Drouinii*. Cet oiseau, envoyé à M. Soubeiran par M. Dabry et donné au Muséum d'Histoire naturelle par M. Drouin de l'Huys, se distingue du *Crossoptilon Thibetanum* et du *Crossoptilon auritum* par plusieurs caractères, notamment par son plumage d'un blanc uniforme sur la totalité du corps et des ailes.

THERMO-CHIMIE. — *Nouveau calorimètre à combustions vives; par* **M. P.-A. Favre.**

« Au moment de commencer une nouvelle série de recherches thermochimiques afférentes à diverses réactions des substances minérales et organiques, je demande à l'Académie la permission de lui décrire, afin de prendre date, les dispositions d'un nouveau calorimètre.

» Persuadé qu'il convenait de rendre plus faciles et plus promptes les recherches entreprises dans la voie nouvelle de la *thermo-dynamique chimique,* qui complète la *chimie pondérale,* j'ai été conduit à modifier le calorimètre à combustions vives qui nous avait servi, à Silbermann et à moi, dans nos premières recherches thermo-chimiques (1).

» Ce calorimètre, qui nous a donné des résultats très-exacts, présente cependant des inconvénients. En effet, il exige le concours de deux expérimentateurs exercés; il nécessite l'emploi : 1° d'un cathétomètre; 2° d'un excellent thermomètre, auquel il faut assigner une position invariable, pour que ses divisions et celles du cathétomètre ne cessent pas de se correspondre pendant la durée d'une opération. Le support nécessaire pour réaliser cette condition est une gêne pour certaines manœuvres. Pour obtenir des résultats suffisamment exacts, on est obligé d'élever notablement la température de la masse d'eau (8 à 10 degrés environ), afin de faire parcourir à la colonne mercurielle une longueur suffisante, etc.

» Le nouveau calorimètre que je vais employer n'offre pas les inconvénients que je viens de signaler. Il participe des deux calorimètres dont nous avons fait usage, Silbermann et moi (calorimètre à eau précité et calorimètre à mercure ou *thermomètre à calories*) (2); ce sera donc aussi bien l'œuvre de mon regretté collaborateur que la mienne.

» L'appareil nouveau est, en définitive, notre calorimètre à mercure, avec cette particularité qu'il contient une certaine masse d'eau qui recueille d'abord directement la chaleur dégagée dans les combustions vives. L'effet

(1) *Annales de Physique et de Chimie*, 3e série, t. XXXIV, p. 359 (1852).

(2) *Annales de Physique et de Chimie*, 3e série, t. XXXIV, p. 33 (1852).

calorifique est ensuite transmis au mercure qui enveloppe la masse d'eau, de sorte que l'effet final est constaté par l'observation de la course de la colonne mercurielle dans le tube calibré de l'appareil ordinaire.

» Dans la plate-forme qui constitue la partie supérieure de l'appareil et au centre se trouve un vaste moufle pouvant contenir 6 litres d'eau. Ce réservoir remplace le vase à eau de notre ancien calorimètre à combustions vives. La chambre à combustion, les pièces qui la supportent et l'agitateur mécanique sont semblables en tout point à ces mêmes parties dans l'ancien calorimètre précité. Ces pièces sont fixées sur la caisse formant enveloppe, et qui contient soit de la ouate, soit du duvet de cygne destinés à protéger la masse de l'instrument contre les variations de la température ambiante.

» Le fond du moufle à eau est percé à son centre et dans sa partie la plus déclive d'un trou qui permet l'écoulement facile de l'eau à travers un tube en fer qui traverse l'enveloppe en fonte contenant le mercure. Ce tube débouche à la partie inférieure de la caisse protectrice et se termine par un robinet. La surface inférieure de ce moufle est protégée contre l'oxydation par une mince couche de vernis approprié.

» En ce qui concerne le mode de combustion, je renverrai au Mémoire déjà cité pour les combustions vives, soit qu'il s'agisse de corps solides et infusibles à la température que développe la combustion, soit qu'il s'agisse de corps solides et fusibles ou de liquides ou enfin de corps gazeux. La plupart de ces corps peuvent être brûlés directement, d'autres en dissolution dans un liquide combustible, d'autres enfin après un mélange préalable avec une substance facilement combustible et de pouvoir calorifique connu. Dans d'autres cas, on peut déterminer la combustion à l'aide d'une matière comburante, telle que le chlorate de potasse, dont les effets thermiques ont déjà été étudiés par moi (1).

» Afin que le nouveau calorimètre puisse servir à plusieurs fins, et notamment comme calorimètre à mercure exclusivement, lorsqu'on a enlevé l'eau du moufle central, j'ai fait disposer sur la plate-forme supérieure et à la circonférence les ouvertures de sept moufles en fer embouti, placés verticalement et destinés à recevoir les tubes en verre affectés soit aux réactions par voie humide, soit aux diverses opérations pratiquées à l'aide de la pile.

» Il est facile de comprendre que la sensibilité de l'instrument, ainsi dis-

---

(1) *Journal de Pharmacie et de Chimie*, 3e série, t. XXIV, p. 311 (1853), et Thèse de Chimie. Paris (1853).

posé à plusieurs fins, peut varier. Elle est à son *minimum* lorsque le moufle central reçoit toute l'eau nécessaire à recueillir la chaleur dégagée dans les combustions vives. Elle est à son *maximum* lorsque les moufles sont complétement vidés d'eau.

» Le minimum de sensibilité est indispensable lorsqu'on opère les combustions vives. En effet, lorsqu'on brûle, par exemple, une substance organique, il faut opérer sur un poids de matière assez élevé (1), et l'on produit par conséquent une quantité de chaleur considérable. Or, en opérant dans ces conditions, pour un degré d'élévation de température communiquée à l'eau, le parcours du mercure dans le tube calorimétrique de l'instrument serait de $0^m,6$ environ; un aussi long parcours est bien loin d'être nécessaire, tandis qu'il est toujours avantageux d'élever aussi peu que possible la température de l'appareil. Pour réaliser cette condition favorable, en brûlant cependant une quantité de matière suffisante et en obtenant également une longueur suffisante de marche du mercure dans le tube calorimétrique (dont le diamètre ne doit pas être trop faible), il faut que le calorimètre contienne un volume de mercure à peu près égal au volume d'eau que renferme son moufle central.

» Au contraire, lorsqu'on veut donner au calorimètre son maximum de sensibilité, ainsi que cela est nécessaire lorsqu'on opère sur les gaz par exemple, il faut laisser les moufles complétement vides. Dans ce cas, la chaleur mise en jeu est uniquement employée à échauffer et par conséquent à dilater les métaux de l'instrument.

» Indépendamment de ces cas extrêmes, il est évident que l'on sera maître de donner à l'appareil un degré de sensibilité intermédiaire, en mettant plus ou moins d'eau dans la capacité centrale ou même dans les moufles qui sont à la périphérie.

» Il est bien entendu que la valeur d'une calorie, exprimée en longueur de colonne mercurielle dans le tube calorimétrique, varie avec les conditions

---

(1) Je rappelle qu'il faut nécessairement, dans ce cas, calculer le poids de la substance de composition connue que l'on brûle, d'après le carbone contenu dans les produits de la combustion. En effet, la combustion n'est jamais complète; il se forme toujours de l'oxyde de carbone, malgré l'emploi d'un grand excès d'oxygène qu'on fait arriver dans la chambre à combustion. Cet oxyde de carbone doit être dosé à l'état d'acide carbonique, en tenant compte de sa chaleur de combustion connue. Or la quantité de cet oxyde de carbone est quelquefois assez faible relativement à la quantité d'acide carbonique dosé, ce qui nécessite la combustion d'une quantité de matière plus considérable que celle qui est habituellement employée pour les analyses organiques élémentaires.

dans lesquelles le calorimètre est employé. Pour chacune de ces conditions, il faut établir cette valeur d'avance à l'aide d'un poids connu de vapeur d'eau condensée dans l'intérieur d'un moufle ou en fonction de la chaleur dégagée par une réaction d'un effet thermique connu : telle serait, par exemple, la combustion du charbon pur, pour établir la longueur de colonne mercurielle correspondant à une calorie lorsque l'instrument est appliqué à l'étude des combustions vives.

» Un calorimètre à mercure tout spécial, construit par M. Golaz, et qui ne compte pas moins de dix moufles périphériques, outre le grand moufle central dont la capacité est de 12 litres environ, réalise toutes les conditions que je viens de signaler. Seulement, comme cet appareil est construit en vue de recherches spéciales sur le travail des gaz, recherches auxquelles M. G. Desplace, ingénieur des Ponts et Chaussées, a bien voulu s'associer, nous avons exagéré les conditions qui permettent de lui donner une très-grande sensibilité. A cet effet, la quantité de mercure contenue dans ce calorimètre n'est pas moindre de 20 litres. »

« **M. H. Sainte-Claire Deville** ajoute que les instruments de M. Favre sont installés à l'École Normale, où ils fonctionnent avec la facilité et la régularité de véritables balances destinées à mesurer les quantités de chaleur. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre qui remplira, dans la Section de Mécanique, la place laissée vacante par le décès de *M. Poncelet*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 56,

M. Barré de Saint-Venant obtient . . .	39	suffrages.
M. Phillips	8	»
M. Rolland	8	»
M. Tresca.	1	»

M. de Saint-Venant, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation de l'Empereur.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de décerner le prix de Statistique pour l'année 1868.

MM. Bienaymé, Dupin, Mathieu, Passy, Boussingault, réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ASTRONOMIE. — *Sur la scintillation des étoiles; par* **M. C. Wolf.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Laugier, Faye, Fizeau.)

« La première explication rationnelle du phénomène de la scintillation des étoiles a été donnée par Arago, dès 1814, et complétée dans une Notice insérée dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*, pour 1852 (t. VII des *OEuvres*, p. 1). Elle est fondée sur la théorie des interférences, et attribue les changements de couleur et d'éclat de l'astre à la destruction réciproque des rayons constituant le faisceau qui arrive dans l'œil ou dans la lunette de l'observateur, deux de ces rayons pouvant avoir parcouru des chemins non équivalents par la rencontre de couches d'air d'inégale densité. Cette explication paraît satisfaire à toutes les exigences de la question et est généralement adoptée en France.

» L'observation des spectres des étoiles m'a fait connaître quelques phénomènes qui me semblent de nature à confirmer l'explication d'Arago.

» Voici en effet ce que l'on observe lorsqu'on examine au spectroscope l'image de Sirius formée au foyer d'un télescope de $0^{m},40$ d'ouverture, par une nuit calme, les étoiles n'étant ni diffuses ni ondulantes (1). On peut étaler l'image spectrale linéaire, au moyen d'une lentille cylindrique placée devant l'oculaire, ou bien, comme je l'ai indiqué, regarder directement avec un oculaire ordinaire le spectre d'une des lignes focales de Sturm, produite par l'interposition d'un prisme multiple placé en avant du foyer du côté du miroir concave.

» Dans une position déterminée du plan de dispersion, qui reste la même pendant un temps assez long et diffère peu de la verticale, on voit courir, sur le spectre de l'étoile, du rouge vers le violet, une série de larges

(1) Le calme de l'atmosphère était tel pendant mes observations, que j'ai pu, les mêmes nuits, revoir très-nettement *le cratère* de Linné, tel que je l'ai décrit l'an dernier, bien qu'il fût déjà presque en pleine lumière.

bandes sombres transversales, qui se succèdent avec une grande rapidité et avec une régularité parfois surprenante. Il arrive bien quelquefois que ces bandes semblent rétrograder du violet vers le rouge; mais l'ensemble du mouvement est généralement inverse. Le phénomène n'est autre, à la largeur des bandes près, que celui des spectres cannelés de l'expérience capitale de MM. Fizeau et Foucault sur les interférences des rayons ayant des différences de marche considérables.

» Si l'on fait tourner le spectroscope autour de son axe, on voit les bandes obscures s'incliner sur la direction du spectre, et leur mouvement progressif semble alors se transformer en un mouvement héliçoïdal, qui les emporte généralement du rouge vers le violet.

» En outre, des traits de lumière parcourent rapidement toute la longueur du spectre, et enfin on voit apparaître des lignes noires longitudinales qui se déplacent irrégulièrement de haut en bas et de bas en haut, et complètent l'illusion en vertu de laquelle le spectre paraît tourner sur lui-même.

» La scintillation de Vénus à l'horizon présente les mêmes caractères.

» Il faut ajouter que les lignes noires caractéristiques du spectre de ces astres ne subissent aucun déplacement au milieu de ce tourbillonnement général, et que les diverses couleurs ne se déplacent nullement les unes par rapport aux autres.

» Si l'on dirige le télescope vers une étoile plus élevée au-dessus de l'horizon, les bandes sombres deviennent de moins en moins nombreuses; il n'est plus de position du prisme pour laquelle elles soient rigoureusement transversales et occupent toute la largeur de l'image. Enfin, le phénomène peut se réduire à des stries longitudinales tout à fait semblables, au mouvement près, à celles que font naître, dans un spectre solaire, les poussières déposées entre les bords de la fente. C'est aussi ce qui a lieu pour une étoile basse, lorsque l'air est agité et les étoiles ondulantes.

» Tous ces phénomènes s'expliquent aisément dans la théorie d'Arago, et en même temps me semblent de nature à jeter quelque jour sur la constitution de l'atmosphère pendant les nuits sereines, où la lumière des étoiles n'éprouve ni diffusion ni ondulation.

» Il est nécessaire de remarquer d'abord quelle est la constitution d'un faisceau de lumière homogène qui, au sortir de l'oculaire, vient former dans l'œil une tranche transversale du spectre. Ce faisceau, entrant dans le télescope, était un cylindre à base circulaire, de même diamètre que le miroir. Par l'effet de la lentille cylindrique, les deux moitiés du faisceau, séparées par un plan diamétral perpendiculaire au plan de dispersion, se sont con-

densées suivant une ligne d'une hauteur égale à la largeur du spectre; de telle sorte que la destruction réciproque par interférence, si elle a lieu, ne peut se produire qu'entre des rayons qui, dans le faisceau primitif, étaient dans un même plan perpendiculaire au plan diamétral dont il vient d'être question.

» Ceci posé, lorsque la constitution des couches atmosphériques sera telle, que la stratification sera perpendiculaire au plan de dispersion, l'une des moitiés du faisceau pourra interférer avec l'autre; et il en résultera une destruction de lumière plus ou moins complète dans toute la hauteur du spectre, une bande obscure transversale. La largeur de cette bande sera d'autant plus grande que la variation de densité sera moins rapide, et permettra à un plus grand nombre de rayons de longueur d'onde différente d'interférer et de se détruire.

» La destruction réciproque, pour une différence de densité variant continûment dans les couches voisines, n'a pas lieu dans un ordre quelconque pour les rayons de différentes réfrangibilités. Faisons traverser par un faisceau de lumière blanche les deux tubes d'un réfractomètre interférentiel contenant de l'air sous deux pressions différentes. Pour une certaine différence de densité, les rayons rouges pourront interférer et se détruire; si la différence diminue progressivement, l'interférence aura lieu successivement entre les rayons de longueur d'onde de plus en plus petite, jusqu'au violet. Après quoi elle pourra recommencer pour les rayons rouges, et ainsi de suite.

» La marche des bandes obscures transversales du rouge vers le violet que nous avons reconnue dans le spectre de Sirius ou de Vénus à l'horizon, nous indique donc que la différence de densité des couches traversées par les deux moitiés du faisceau, va en diminuant progressivement avec le temps. Et tel est, en effet, le phénomène qui doit se produire le soir dans un air calme, lorsque la différence de température entre le sol et les couches supérieures de l'air tend à s'annuler, et que l'équilibre tend à se produire. Une agitation légère favoriserait encore cette tendance à l'homogénéité en mélangeant les couches voisines.

» Si l'on tourne le prisme de telle façon que le plan de dispersion ne soit plus perpendiculaire à la stratification des couches d'air, on voit aisément que la destruction par interférence n'a plus lieu que pour certains rayons d'une même tranche du spectre. Celui-ci, dans une atmosphère en repos absolu, présenterait une ou plusieurs bandes obliques, qui pourraient même se réduire à des plages très-peu larges. La différence de densité diminuant

progressivement, les bandes obliques parcourront le spectre du rouge vers le violet, en présentant une sorte de mouvement en hélice.

» Si l'air est agité, ou si le faisceau venant de l'étoile traverse très-obliquement les couches de densité variable, il n'existe plus de plan partageant le faisceau incident en deux portions qui puissent interférer l'une avec l'autre. Quelle que soit la position du prisme, les bandes n'occuperont plus toute la hauteur du spectre. On ne percevra donc plus que des bandes obliques mobiles, dont le mouvement aura lieu presque également dans les deux sens.

» Enfin la hauteur des bandes diminuant de plus en plus, le phénomène se réduira à des stries noires parcourant rapidement toute la longueur du spectre, en même temps qu'elles se déplaceront de haut en bas et de bas en haut. Les variations seront d'ailleurs bien plus rapides que dans le prémier cas considéré.

» Le mode de formation de ces bandes obliques et des stries, leur apparition irrégulière en différents points du spectre, montrent suffisamment que, si la lumière de l'étoile n'était pas dispersée par le prisme, la teinte de l'image focale varierait constamment, aussi bien que son éclat. Mais ces variations sont beaucoup moins prononcées et se succèdent bien plus rapidement que lorsqu'il s'agit des étoiles voisines de l'horizon, d'où peut venir l'apparence d'un lumière de couleur constante, lors même qu'on fait osciller l'étoile dans le champ de la lunette. L'analyse par le prisme, en séparant les éléments même des teintes successives, nous permet de pénétrer dans la constitution du faisceau bien plus avant que ne peut le faire l'analyse par le déplacement de l'image, qui ne sépare que les teintes résultant de la composition de ces éléments. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Lois de la transformation du paracyanogène en cyanogène, et de la transformation inverse.* Note de **MM. L. Troost** et **P. Hautefeuille.** (Suite.)

(Renvoi à la Section de Chimie.)

« En soumettant le paracyanogène pur à l'action d'une température croissante, nous établissons qu'il se transforme en cyanogène gazeux, et que cette transformation est partielle pour une température donnée et progressive à mesure que la température s'élève. La pression du gaz cyanogène qui en résulte, étant constante pour chaque température, peut servir à mesurer la *tension de transformation*.

» Depuis plusieurs années, M. H. Sainte-Claire Deville a signalé les analogies que présentent les phénomènes chimiques de combinaison et de décomposition des corps avec les phénomènes physiques de volatilisation et de condensation des vapeurs. Il a montré le parallélisme complet des tensions de dissociation et des tensions maximum des vapeurs. Les tensions de transformation isomérique que nous avons déterminées offrent un nouvel exemple de phénomènes chimiques obéissant aux mêmes lois que la dissociation et la vaporisation. Ce mode de transformation peut donc s'étudier par les procédés et avec les appareils que les physiciens emploient pour déterminer les lois de la variation des forces élastiques des vapeurs.

» Le paracyanogène qu'on soumet à l'action de la chaleur est placé dans des tubes en verre de Bohême qu'on met, à l'aide de tubes capillaires de cuivre et d'un robinet à trois voies, en communication avec un manomètre et une machine pneumatique de Geissler. Cette disposition permet de mesurer la pression du cyanogène et d'extraire le gaz produit pour en constater la pureté.

» Ces tubes ont été chauffés successivement dans la vapeur de soufre (440 degrés) et de cadmium (860 degrés). Pour les températures intermédiaires qu'il nous était indispensable d'avoir, nous avons employé une étuve formée de trois enveloppes concentriques en terre et chauffée par du gaz de l'éclairage convenablement réglé. Le mouvement de l'air chaud se fait dans l'espace annulaire extérieur; l'enveloppe médiane fermée par en haut est donc chauffée sur toute sa surface, et l'air chaud qu'elle contient ne participe pas au mouvement du gaz, quoique en libre communication avec lui. L'enveloppe intérieure fermée par le bas se trouve placée dans une nappe tranquille d'air chaud; elle renferme les tubes à paracyanogène ainsi que l'appareil thermométrique. Celui-ci est formé d'un cylindre en porcelaine plein d'air sec, communiquant avec le manomètre employé par l'un de nous dans des recherches faites avec M. H. Sainte-Claire Deville sur les densités de vapeurs à des températures très-élevées. Les indications de ce thermomètre nous ont permis de mesurer très-exactement les températures et, de plus, de constater que nos appareils pouvaient être maintenus pendant plusieurs heures à une température parfaitement constante.

» Le paracyanogène chauffé à 860 degrés se transforme complétement en cyanogène gazeux, qui atteint rapidement la pression nécessaire à sa liquéfaction dans les parties froides de l'appareil; c'est donc à une température plus basse que le phénomène de la transformation partielle est observable.

» A 440 degrés, il abandonne dans le vide une notable quantité de cyanogène, et le manomètre indique une pression assez forte; mais si l'on enlève le gaz à l'aide de la machine pneumatique, on reconnaît qu'il arrive bientôt un moment où le vide se maintient. Le paracyanogène n'a donc pas de tension de transformation sensible à cette température, et s'il s'est dégagé du cyanogène dans les premiers instants, c'est que le paracyanogène, corps très-poreux, retient les gaz qu'il a condensés avec une énergie comparable à celle avec laquelle le charbon retient le gaz ammoniac dont il n'abandonne les dernières traces qu'au rouge (1).

» Ce dégagement de gaz cyanogène complique l'étude des conditions physiques dans lesquelles se produit la transformation du paracyanogène en cyanogène gazeux. On élimine cette cause d'erreur en faisant avec le paracyanogène, maintenu longtemps à la même température, plusieurs déterminations : on expulse chaque fois une certaine quantité de gaz après avoir mesuré la pression, et cela jusqu'à ce que cette pression garde une valeur constante. On obtient ainsi la véritable tension de transformation masquée aux températures peu élevées par le dégagement du cyanogène condensé.

» Il faut chauffer vers 500 degrés pour obtenir une tension de transformation. Dans le voisinage de cette température les tensions sont encore faibles, mais d'une observation facile. Dès que la température s'élève au-dessus de 550 degrés, une nouvelle difficulté se présente : les tensions semblent croître sans limite avec le temps; c'est qu'à partir de cette température la transformation du paracyanogène en cyanogène est accompagnée d'une décomposition sensible, quoique très-lente, en azote et carbone. La pression observée doit donc augmenter constamment : elle est la somme des pressions du gaz cyanogène et de l'azote. L'analyse du gaz devient alors indispensable pour calculer la véritable pression de cyanogène que supporte le paracyanogène. Ces précautions prises, on constate que la pression qui mesure la tension de transformation croît avec la température et est constante pour une température donnée.

» Pour confirmer l'exactitude de nos déterminations, nous avons jugé utile de faire des expériences comparatives sur des quantités de matière très-différentes : deux tubes contenant l'un 10 grammes, l'autre 20 grammes de paracyanogène (2), ont été chauffés dans des conditions identiques; ils

---

(1) Ainsi que l'a récemment constaté M. Isambert.

(2) Le paracyanogène étant un corps extrêmement léger et spongieux, nous avons été obligés, pour opérer sur une grande quantité de matière, de le comprimer en petits cylindres

nous ont fourni les mêmes valeurs pour les pressions de cyanogène, quoique les pressions totales dues au mélange de cynogène et d'azote fussent très-différentes.

» Le tableau suivant, qui contient quelques-uns des résultats de nos expériences, montre la loi que suivent les tensions de transformation du paracyanogène en cyanogène.

TEMPÉRATURES.	TENSIONS de transformation du paracyanogène.	OBSERVATIONS.
502°	54mm	Les nombres avec astérisques ont été obtenus avec le paracyanogène préparé par le cyanure d'argent (1). Les autres ont été fournis par le paracyanogène extrait du cyanure de mercure, et parfaitement débarrassé du métal (2).
506	56	
559	123*	
575	129*	
587	157	
599	275*	
601	318	
629	868*	
640	1310	

» On voit donc qu'en éliminant les complications inhérentes au sujet, on peut arriver à établir que le paracyanogène, entre certaines limites de température, se transforme partiellement en cyanogène, et que cette transformation s'arrête dès que le cyanogène exerce sur le paracyanogène une pression déterminée pour chaque température.

» Cette invariabilité de la pression pour une température donnée établit à elle seule l'existence de la transformation inverse du cyanogène en paracyanogène; nous avons vérifié le fait par des expériences directes exécutées en soumettant à l'action de la chaleur des tubes scellés à la lampe, qui contenaient de petites quantités de cyanogène liquéfié et bien pur. Mais,

(1) Le paracyanogène employé dans nos expériences avait été séparé de l'argent; lorsqu'on le laisse intimement mélangé à l'argent fondu, il présente, sous l'influence de la chaleur, des particularités curieuses dont nous poursuivons l'étude en ce moment.

(2) La présence du mercure apporterait une cause de perturbation. Nous avons, en effet, constaté que le mercure se combine directement au *cyanogène libre* dans des conditions convenables de température et de pression. Le cyanure de mercure ainsi formé peut présenter dans les parties inégalement chaudes de l'appareil des phénomènes de dissociation qui viendraient s'ajouter au phénomène principal.

bien que la transformation du paracyanogène en cyanogène s'effectue rapidement, la transformation inverse est extrêmement lente. Elle présente en cela une grande analogie avec celle du phosphore blanc, qui exige plusieurs jours pour se transformer en phosphore rouge, tandis que le phosphore rouge repasse facilement à l'état de phosphore ordinaire. La température la plus favorable à la transformation du cyanogène en paracyanogène est celle de 500 degrés environ; elle s'effectue cependant déjà à des températures inférieures, celle de 440 degrés et même celle de 350 degrés par exemple; mais alors elle est d'une lenteur excessive.

» Cette transformation du cyanogène en paracyanogène est accompagnée de phénomènes calorifiques sur lesquels nous reviendrons lorsque nous ferons connaître les chaleurs de combustion de ces deux isomères. »

CHIMIE. — *Note sur la préparation des sels de sesquioxyde de fer et sur le chloroxyde ferrique* $Fe^2Cl^3Fe^2O^3 + Aq$; *par* **M. Jeannel.**

(Renvoi à la Section de Chimie.)

« On ignore pourquoi certaines variétés de sesquioxyde de fer hydraté se dissolvent aisément dans les acides, pourquoi d'autres variétés sont insolubles, se dissolvent incomplétement, ou donnent des sels instables. On sait seulement que la calcination est une condition absolue d'insolubilité.

» Je crois avoir trouvé la cause, ou tout au moins la cause la plus fréquente de ces inégalités : le sesquioxyde de fer hydraté est plus ou moins insoluble dans les acides, et donne des sels plus ou moins instables lorsqu'il a été préparé avec des matières premières contenant des sulfates.

» Le sesquioxyde précipité du persulfate est toujours plus ou moins insoluble ou donne des sels instables; il en est de même du sesquioxyde précipité du perchlorure lorsque celui-ci a été préparé avec des acides chlorhydrique et azotique mêlés d'acide sulfurique, ou bien a été décomposé par des alcalis mêlés de sulfates, ou même enfin lorsque l'hydrate ferrique, précipité de solutions pures par des alcalis purs, a été lavé à l'eau commune qui contient presque toujours un peu de sulfate terreux.

» L'hydrate ferrique préparé avec des matières premières rigoureusement exemptes de sulfates et dans des vases lavés à l'eau distillée, est d'une solubilité extrême, à froid, dans les acides, même très-étendus. Il se dissout notamment avec une facilité surprenante dans l'acide chlorhydrique ou dans la solution officinale de perchlorure de fer. On peut obtenir très-aisément, en dissolution ou à l'état solide, un composé nouveau d'une

solubilité indéfinie qu'on pourrait nommer *chloroxyde ferrique*. Ce composé est représenté par le perchlorure de fer Fe^2Cl^3 et une quantité indéterminée de sesquioxyde de fer Fe^2O^3. J'ai préparé directement à froid une solution aqueuse stable d'un chloroxyde ferrique, qui peut être représenté par la formule $Fe^2Cl^3\,9Fe^2O^3$, et qui, par conséquent, représente neuf fois plus de fer que le perchlorure neutre ou officinal.

Préparation du chloroxyde ferrique liquide.

(Fe^2Cl^3, $9Fe^2O^3$ + Aq.)

Acide chlorhydrique pur 1 équivalent (D. 1,20; acide réel 40 pour 100)....	85
Hydrate ferrique (retenant 75 pour 100 d'eau) 10 équivalents...........	1000 (1)
Eau distillée..	500

(Triturez dans un mortier de porcelaine; laissez en contact pendant quarante-huit heures, en agitant de temps en temps; filtrez.)

» Le chloroxyde ferrique ainsi obtenu est un liquide d'un rouge grenat très-foncé, qui se dessèche aisément sur des assiettes à l'air libre ou dans l'étuve à + 50 degrés.

» Lorsqu'il est desséché, le chloroxyde ferrique est en écailles noires à peu près inodores, d'une saveur excessivement astringente et un peu aigrelette, sans causticité ni arrière-goût métallique; il est soluble en toutes pro-

(1) *Préparation de l'hydrate ferrique pur soluble.* — Faites agir sur le fer métallique l'acide chlorhydrique du commerce étendu d'eau; filtrez; traitez la solution de protochlorure de fer par la solution de chlorure de baryum, jusqu'à ce qu'elle ne donne plus de précipité par ce réactif; filtrez. Faites évaporer par la chaleur la solution de protochlorure de fer jusqu'à pellicule; laissez refroidir jusqu'à la température de + 30 degrés environ; versez peu à peu de l'acide azotique fumant, exempt d'acide sulfurique, jusqu'à ce que l'addition d'une nouvelle quantité de cet acide ne produise plus de boursoufflement, ni de dégagement d'acide hypoazotique. Lorsque le protochlorure est entièrement suroxydé, c'est un liquide d'un beau jaune rutilant, exhalant une forte odeur nitreuse; maintenez ce liquide à la température de + 65 degrés pendant quinze minutes, afin d'achever l'oxydation et de dégager la totalité de l'acide hypoazotique; versez-le dans une terrine vernissée; ajoutez-y cinq ou six fois son volume d'eau distillée; ajoutez de l'ammoniaque liquide (exempte de sulfate), étendue de cinq ou six fois son volume d'eau distillée jusqu'à saturation complète; lavez à l'eau distillée, par décantation, le magma d'hydrate ferrique gélatineux, jusqu'à ce que l'eau n'entraîne plus rien; faites-le égoutter sur du papier brouillard posé sur des briques sèches; exprimez, dans un sac de coutil, le précipité devenu de consistance butyreuse, jusqu'à ce qu'il ne retienne plus que 75 pour 100 d'eau environ. Il est alors d'un brun sombre, et se brise, au moindre effort, en fragments qui ne tachent pas les doigts. C'est dans cet état qu'il doit être employé, la quantité d'eau qu'il retient ayant été déterminée exactement par la calcination d'un échantillon.

portions dans l'eau distillée, et donne des solutés stables, d'une intensité de coloration extrême. Il peut être chauffé à + 160 degrés sans se décomposer ni se modifier et sans perdre sa solubilité dans l'eau distillée; mais vers + 170 degrés il devient insoluble; vers + 220 degrés, il se décompose et fournit de l'eau, du chlorure ferrique anhydre et un abondant résidu de sesquioxyde de fer retenant encore un peu de chlore.

» En dissolution dans l'eau, il possède au plus haut degré la propriété de coaguler l'albumine et d'entraîner les matières albuminoïdes et les matières colorantes. Quelques gouttes de solution de chloroxyde ferrique versées dans l'eau fournissent un précipité brun très-volumineux.

» La solution de chloroxyde ferrique est décomposée et précipitée par de très-petites quantités d'acide sulfurique ou de sulfates solubles ou insolubles; elle est également décomposée par l'acide citrique, par l'acide tartrique, et, chose surprenante! elle est décomposée par quelques gouttes d'acide chlorhydrique ou d'acide azotique concentrés. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Note sur la fabrication du phosphate de soude et du fluorure de sodium; par* **M. F. Jean.**

(Renvoi à la Section de Chimie.)

« Le procédé généralement employé pour fabriquer le phosphate neutre de soude consiste à attaquer le phosphate tribasique de chaux (sous forme de nodules ou d'os calcinés) par l'acide sulfurique, qui, en séparant deux équivalents de chaux à l'état de sulfate, donne une solution de phosphate acide de chaux renfermant du sulfate de chaux non précipité et un excès d'acide sulfurique. La décomposition, pour être complète, nécessite l'emploi d'agitateurs énergiques, car le sulfate de chaux en prenant naissance tend à englober les particules de phosphate et à les soustraire à l'action de l'acide sulfurique. Cette solution de phosphate acide de chaux est traitée par du carbonate de soude : il se produit par double décomposition du phosphate de soude et du carbonate de chaux; il se forme en outre une quantité assez grande de sulfate de soude, puisque la liqueur contenait du sulfate de chaux non précipité et de l'acide sulfurique libre. Le carbonate de chaux est facilement éliminé par décantation; mais ce n'est qu'après un grand nombre de cristallisations minutieusement conduites, que l'on arrive à séparer complétement le sulfate du phosphate de soude. Les inconvénients que présente cette fabrication m'ont engagé à rechercher un mode de préparation plus simple. Bien que je n'aie pas résolu la question

au point de vue industriel, je crois devoir publier les résultats que j'ai obtenus :

» 1° En fondant un mélange formé par un équivalent de phosphate tribasique de chaux, deux équivalents de sulfate de soude et du charbon en excès, j'ai obtenu, en épuisant après fusion la masse à l'eau froide, une liqueur fortement sulfureuse, renfermant du phosphate de soude. Le résidu, formé d'oxysulfure de calcium, contenait les deux tiers environ du phosphate de chaux inattaqué.

» 2° Un second essai fait avec trois équivalents de sulfate a donné : acide phosphorique soluble, 14 pour 100; acide à l'état insoluble, 13,71 pour 100. Avec trois équivalents de sulfate on extrait donc, du phosphate tribasique de chaux, la moitié de l'acide phosphorique à l'état de phosphate neutre de soude.

» 3° Dans un troisième essai, ayant porté la dose à six équivalents de sulfate, j'ai trouvé 20,6 pour 100 d'acide soluble et dans le résidu 1,933 pour 100 d'acide combiné à la chaux. J'attribue la présence de cette petite quantité d'acide phosphorique, dans la partie insoluble, à l'action exercée par la chaux caustique que le résidu renferme toujours en petite quantité, sur le phosphate de soude lorsque la masse a été reprise par l'eau.

» La décomposition du phosphate tribasique de chaux en phosphate neutre de soude peut donc être considérée comme complète. Malheureusement, le phosphate obtenu par ce procédé est mélangé à une forte proportion de sulfure de sodium, ce qui en rend la séparation par cristallisation très-difficile et ôte par conséquent toute valeur industrielle à ce mode de préparation.

» J'ai appliqué avec plus de succès cette réaction à la préparation du fluorure de sodium.

» Un mélange formé par 40 parties de fluorure de calcium, 80 de sulfate de soude et du charbon en excès, a été fondu dans un creuset brasqué. La masse épuisée à l'eau froide a donné une liqueur renfermant du sulfure et du fluorure de sodium. Le résidu, formé d'oxysulfure de calcium, ne contenait plus une trace d'acide fluorhydrique.

» Dans l'espoir d'éviter la présence du sulfure de sodium dans la liqueur, j'ai fait une nouvelle fusion avec un mélange formé de 100 parties de fluorure de calcium, 140 de carbonate de chaux, 200 de sulfate de soude et du charbon. En traitant la masse par l'eau, j'ai obtenu une solution limpide de fluorure de sodium, complétement exempte de sulfure. Le résidu soumis à l'analyse a donné des traces d'acide fluorhydrique.

» La décomposition est très-nette, elle peut être représentée par la formule :

$$2\,FlNa + 2\,SO^3\,NaO + 2\,CO^2\,CaO + 13\,C$$
$$= 2\,FlNa + (CaO, Ca^2S^2) + 13\,CO.$$

» Par la concentration et la cristallisation de la liqueur, on obtient facilement le fluorure de sodium dans un grand état de pureté.

» L'application de ce procédé permettra, si les emplois de ce sel deviennent un jour importants, de préparer le fluorure de sodium en grande quantité et à bas prix. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur un moyen de préjuger le mode d'altération des doublages de navires; par* **M. A. Bobierre.** (Extrait.)

(Commissaires : MM. Regnault, Becquerel, Dupuy de Lôme.)

« L'utilité d'un procédé permettant de préjuger le mode d'altération des doublages de navires a été depuis longtemps l'objet de sérieuses méditations. Muntz, paraît-il, avait eu l'idée d'attacher une lame de cuivre à doublage à un volant de machine à vapeur, et de soumettre cette lame à des immersions alternatives dans l'eau de mer. Il espérait que l'action combinée de cette eau et de l'air atmosphérique produirait des altérations significatives de l'alliage. Il paraît que cette méthode n'a pas donné ce qu'on en espérait.

» Depuis longtemps j'avais, de mon côté, essayé l'action de divers réactifs, acides ou salins, sur des plaques métalliques, sans en obtenir de résultats significatifs : le problème cherché ne pouvait être résolu que par l'emploi de forces dissolvantes extrêmement faibles et continues. Nous avons trouvé, M. Labresson et moi, que ces forces dissolvantes étaient offertes dans d'excellentes conditions par l'emploi d'une pile à courant constant et d'un bain de sulfate de cuivre. Voici comment nous avons opéré, sur un doublage de laiton qui avait été très-rapidement et très-irrégulièrement corrodé. Une pile de Callaud, sans diaphragme, fut mise en communication avec un bain de sulfate de cuivre contenu dans un vase cylindrique de verre; sur ce vase était disposé un couvercle de bois tourné, dans lequel étaient pratiquées deux ouvertures rectilignes. Dans ces ouvertures on introduisait deux lames métalliques, plongeant verticalement dans le bain de sulfate de cuivre. L'une des lames, communiquant avec le pôle négatif de la pile, était formée de cuivre rouge; l'autre était l'alliage à essayer. Au

bout de douze heures environ (1), nous avons pu la retirer du bain, la laver à grande eau avec une brosse douce, et reconnaître que des érosions identiques à celles qu'avait déterminées l'eau de mer sur le doublage étaient obtenues dans notre appareil. L'examen de ces érosions, fait à la loupe, rendait leur identité plus frappante encore. Du reste, la rugosité des surfaces en voie d'altération avait quelque chose de très-frappant et contrastait avec le grain fin et doux au toucher qu'on mettait à nu lorsque, dans l'appareil d'essai, on substituait un échantillon de beau doublage à celui dont nous nous servions tout d'abord.

» Depuis cette époque, j'ai poursuivi individuellement ces recherches, et l'essai électrique des nombreux alliages que j'ai pu me procurer m'a démontré l'utilité d'une méthode qui, combinée avec l'analyse chimique, permet de mettre *à priori* en évidence *les aptitudes à une dissolution fort inégale* des laitons destinés au doublage des navires. Je n'ai opéré que rarement sur les cuivres rouges; mais je suis très-porté à croire, d'après ce que j'ai pu déjà constater, que la nouvelle méthode d'essai permettra de les apprécier assez rapidement. Elle est, au surplus, comme je l'ai récemment appris, l'une des variantes d'un procédé de corrosion appliqué à la gravure des cylindres destinés à l'impression des étoffes, et, avant même de la contrôler expérimentalement, on est assez disposé à admettre qu'il n'y a guère de raison pour qu'un alliage qui se perfore très-inégalement, sous l'influence lente et régulière d'un courant galvanique, s'altère d'une manière satisfaisante à la mer. »

PHYSIQUE MÉCANIQUE. — *Phénomène singulier dans le tir des projectiles oblongs par les canons rayés; par* **M. Martin de Brettes**. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Combes, Piobert, Morin.)

« Le tir des projectiles oblongs, lancés dans l'air par les canons rayés, présente un phénomène qui n'a pas encore été signalé : il donne, à égalité de vitesse initiale, une portée plus grande dans l'air que dans le vide, dans le tir sous les petits angles. Ce phénomène, au premier abord, semble un paradoxe balistique, mais on peut reconnaître qu'il résulte de la direction particulière de la résistance de l'air contre les projectiles oblongs.

(1) Il est important de ne pas laisser la dissolution de l'alliage s'opérer à une grande profondeur : c'est dans le mode d'altération des couches extérieures que les caractères de l'alliage sont le plus nettement accusés.

» Je donnerai d'abord le tableau des angles de tir relatifs à des portées égales dans l'air (1) et dans le vide (2) des projectiles sphériques et oblongs.

1° Tir des canons lisses.

Boulet sphérique de 24.

(Vitesse initiale : 500 mètres.

PORTÉES pratiques.	ANGLES DE TIR dans l'air.	ANGLES DE TIR dans le vide (*a*).	OBSERVATIONS.
m	° ′ ″	° ′ ″	
720	1.15.18	0.49. 0	(*a*) La formule (A) devient, pour $V = 500^m$, $\sin 2\varphi = \frac{X}{25408}$.
1055	2. 0. 0	1.11. 0	
1345	3. 0. 0	1.32. 0	
1590	4. 0. 0	1.47.30	
....	....	....	
3300	15. 0. 0	3.45. 0	

Boulet sphérique de 12.

(Vitesse initiale : 490 mètres.)

PORTÉES pratiques.	ANGLES DE TIR dans l'air.	ANGLES DE TIR dans le vide (*a*).	OBSERVATIONS.
m	° ′ ″	° ′ ″	
300	0.27. 0	0.21.30	(*a*) Pour $V = 490^m$, la formule (A) devient $\sin 2\varphi = \frac{X}{24500}$.
545	0.59.21	0.41. 0	
640	2. 0. 0	0.46. 0	
1085	3. 0. 0	1.22. 0	
1470	5. 0. 0	1.45. 0	
....	....	....	
2700	15. 0. 0	3.10. 0	

(1) Ces angles sont ceux du tir dans les polygones (*Aide-Mémoire des officiers d'artillerie pour les canons français*, 1856.)

(2) Ces angles sont calculés au moyen de la formule usuelle :

$$(A) \quad \sin 2\varphi = \frac{Xg}{V^2},$$

dans laquelle φ est l'angle de tir, X la portée, V la vitesse initiale, $g = 9,808$.

» L'examen de ces tableaux montre que : les angles de tir, à égalité de portées sont toujours moindres dans le vide que dans l'air, et que la différence croît plus rapidement que les angles de tir dans l'air; de sorte que les portées seront toujours plus grandes dans le vide que dans l'air, à égalité d'angles de tir et de vitesses initiales.

2° Tir des canons rayés.

Obus oblong de 4 kilogrammes (français).

(Vitesse initiale : 325 mètres.)

PORTÉES pratiques.	ANGLES DE TIR		OBSERVATIONS.
	dans l'air (1).	dans le vide (a).	
500m	1°.10′	1°.19′.50″	(a) Pour V = 325m, la formule (A) devient $\sin 2\varphi = \frac{X}{10768}$.
700	1.50	1.51.50	
800	2.10	2. 7.50	
1000	2.50	2.39.50	
....	....	....	
2000	7.45	5.15. 0	
3000	15.10	7.50. 0	

Obus oblong de 70 livres (Withworth).

(Vitesse initiale : 400 mètres.)

PORTÉES pratiques.	ANGLES DE TIR		OBSERVATIONS.
	dans l'air (2).	dans le vide (a).	
811m	1°	1°.24′	(a) Pour V = 400m, la formule (A) donne $\sin 2\varphi = \frac{X}{16326}$.
1808	4	3.10	
3040	7	5.15	
....	..	.....	
6133	17	10.33	

(1) *Aide-Mémoire des officiers d'artillerie* (1866).

(2) *Report of the Armstrong and Withworth committee.*

Projectile oblong et plein de 12 livres (Withworth).

(Vitesse initiale : 390 mètres.)

PORTÉES pratiques.	ANGLES DE TIR dans l'air (1).	dans le vide (a).	OBSERVATIONS.
m	°	° ′ ″	
920	1	1.26. 0	(a) Pour $V = 390^m$, la formule (A) devient $\sin 2\varphi = \frac{X}{15520}$.
1280	2	2.20. 0	
1630	3	3. 1.20	
2000	4	3.42. 0	
....	..	......	
3000	7	5.26. 0	
....	..	......	
3900	10	7.18. 0	

» L'examen des tableaux du tir des canons rayés montre que les angles de tir, à égalité de portées, sont plus grands dans le vide que dans l'air, lorsque les angles ne dépassent pas 2 degrés, et plus petits pour les angles supérieurs; de sorte que les portées seraient plus grandes dans l'air que dans le vide, à égalité d'angles de tir et de vitesses initiales pour les angles au-dessous de 2 degrés, et plus petites pour les angles supérieurs.

» Le tir des balles par les fusils rayés présente les mêmes phénomènes que celui des projectiles oblongs par les bouches à feu.

» Cette propriété particulière des projectiles oblongs lancés par les canons rayés me paraît devoir être attribuée à la production d'une composante verticale de la résistance de l'air, qui agit en sens contraire de la pesanteur et ralentit assez la chute du projectile, dans le tir sous les très-petits angles, pour lui donner le temps d'atteindre une portée plus grande que dans le vide, malgré la diminution de la vitesse de translation : ce qui revient à une réduction d'angle de tir dans l'air. Mais cette propriété disparaît lorsque l'angle de tir atteint une grandeur suffisante pour que la réduction de la vitesse de translation compense l'accroissement de la durée de chute, et les portées deviennent dès lors moindres dans l'air que dans le vide; par conséquent, à égalité de portées, les angles de tir, dans le premier cas, devront excéder de plus en plus ceux qui conviennent au second. »

(1) *Report of the Armstrong and Withworth committee.*

M. de Masquart, en faisant hommage à l'Académie de la première partie d'un ouvrage relatif à la sériciculture, lui adresse en même temps une Note sur la prochaine éducation des vers à soie. D'après l'auteur, les raisons qui doivent amener cette année une mauvaise récolte de fourrages doivent produire en même temps une amélioration dans l'état des vers à soie, sans qu'on soit autorisé à attribuer ce changement à l'introduction d'aucun moyen particulier dans les procédés de sériciculture.

(Renvoi à la Commission de Sériciculture.)

M. Carret adresse de Chambéry une Note ayant pour titre : « Du chauffage des magnaneries par la tôle, comme moyen de juger l'action nuisible des poêles de fonte ». L'auteur demande que l'essai des poêles de tôle dans les magnaneries soit fait sur une échelle un peu considérable; il est convaincu que l'on obtiendra des résultats qui, comparés à ceux que donnent les poêles de fonte, établiront d'une manière incontestable la supériorité des premiers, au point de vue de la salubrité.

(Renvoi à la Commission de Sériciculture et à la Commission nommée pour la question des Poêles de fonte.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure de *M. L. Dufour*, de Lausanne, portant pour titre : « Recherches sur le foehn du 23 septembre 1866 en Suisse ».

Ces recherches ont eu pour objet de recueillir les diverses circonstances météorologiques qui ont accompagné la production de l'orage, c'est-à-dire les variations de la pression, des vents, de la température ou de l'humidité de l'air : c'est la monographie complète d'un cas particulier d'un phénoméne fréquemment observé et qui a donné lieu récemment à des controverses assez vives. L'étude des conditions de production du foehn a d'ailleurs acquis un intérêt tout spécial par la supposition de M. Escher de la Linth, d'après laquelle on pourrait rattacher la fin de l'époque glaciaire à l'apparition de ce phénomène, apparition qui aurait été elle-même la conséquence de la formation du Sahara comme surface sèche et chaude.

Selon M. Dufour, la tempête de foehn a été accompagnée d'une diminution de la pression atmosphérique, d'une augmentation de la température et d'une diminution d'humidité de l'air. Le régime du foehn, très-prononcé

dans les points où le vent était violent, s'est d'ailleurs manifesté également dans les lieux où l'air est resté sensiblement calme, et l'on peut dire que si le foehn a apparu avec force seulement dans quelques portions du territoire suisse, le régime météorologique qui l'accompagne s'est fait sentir plus ou moins partout. Des documents recueillis en Suisse, M. Dufour a rapproché toutes les données météorologiques qu'il a pu réunir dans les contrées environnantes, dans le Wurtemberg, en Autriche, en Belgique, en Angleterre, en Hollande, en France, en Italie, en Grèce, etc. : malheureusement, dit-il, le Bulletin international de l'Observatoire de Paris, qui a pu fournir quelques renseignements généraux sur l'état météorologique en Europe pendant la période du foehn, ne contient pas les observations détaillées relatives à Paris, pour la journée du dimanche 23 septembre.

L'ensemble des documents montre une coïncidence remarquable entre les circonstances météorologiques du nord de l'Afrique et celles des vallées septentrionales des Alpes pendant le foehn de septembre 1866.

« **M. Élie de Beaumont** fait observer que les résultats constatés par M. Dufour tendent à confirmer les aperçus du même genre présentés antérieurement par M. Escher de la Linth, le célèbre géologue de Zurich. Il ajoute que, dans son opinion, la transformation de mer en désert d'une partie considérable du Sahara, notamment de l'Oued-R'ir (Melr'ir ou Melghigh), qui est à 85 mètres au-dessous du niveau de la mer, pourrait résulter de l'un des derniers mouvements qu'a subis le sol de l'Atlas, particulièrement de celui qui a dû accompagner la formation du système de l'*axe volcanique de la Méditerranée*. Ce serait depuis l'élévation de ce système que les glaciers du mont Blanc auraient cessé de s'avancer jusqu'aux anciennes moraines encore reconnaissables de la vallée de Chamouny et du val Ferret, et leur retraite pourrait être due aussi, en partie, à l'apparition du *Gulf-Stream*, qui peut-être n'existait pas avant l'élévation du *système des Andes*. Ces deux systèmes de montagnes sont très-modernes et probablement contemporains. »

« **M. Milne Edwards** présente à l'Académie, de la part de M. Malm, Directeur du Musée d'Histoire naturelle de Gothembourg, un travail très-considérable intitulé : *Monographie illustrée du Baleinoptère trouvé le* 29 *octobre* 1866 *sur la côte occidentale de la Suède*, et diverses publications faites par la Société des Sciences de Gothembourg. Cet envoi est accompagné d'un modèle en plâtre de ce grand Cétacé (le *Balænoptera Carolinæ*), qui sera placé dans la galerie zoologique du Muséum. »

« **M. Milne Edwards** dépose également sur le bureau une Note de *M. Bocourt*, relative à divers Poissons de l'Amérique centrale, qui constituent des espèces nouvelles pour la science, et qui sont désignés sous les noms suivants : *Tetragonopterus Cobanenses, T. Ouxacanenses, T. nitidus, T. fulgens, T. finitimus, T. Belizianus; Centropomus Unionensis, C. Mexicanus, C. scaber* et *C. Cuvieri*.

PHYSIQUE. — *Sur la radiation solaire*. Note de **M. J.-L. Soret**, présentée par M. Regnault.

« En poursuivant mes recherches sur la chaleur solaire, à l'aide de l'actinomètre que j'ai déjà brièvement décrit (1), j'ai fait récemment quelques observations relatives à la nature des rayons absorbés par l'atmosphère.

» Je mesurais l'intensité de la radiation solaire, tantôt en laissant librement arriver les rayons sur le thermomètre de l'actinomètre, tantôt en les faisant passer d'abord au travers d'une couche d'eau distillée de 5 centimètres d'épaisseur environ. Cette eau était contenue dans un tube de laiton, fermé par deux lames de verre.

» Soit T l'élévation de température du thermomètre dans le premier cas, et t l'élévation de température dans le second cas (2) : le rapport $\frac{t}{T}$ sera d'autant plus grand que la proportion de rayons non absorbables par le tube plein d'eau sera elle-même plus grande. Or l'eau, comme le verre, laisse librement passer la chaleur lumineuse, tandis qu'elle absorbe en grande partie la chaleur obscure et particulièrement les rayons les moins réfrangibles. Par conséquent, en faisant ces observations pour différentes hauteurs du Soleil au-dessus de l'horizon, c'est-à-dire pour différentes épaisseurs de la couche d'air atmosphérique traversée par les rayons, on obtiendra des indications sur la nature de la chaleur arrêtée par l'atmosphère.

» Les valeurs absolues de T et de t, pour une même hauteur du Soleil, sont variables suivant les circonstances atmosphériques, telles que la transparence, l'humidité de l'air, etc. Pour apprécier l'influence de l'augmenta-

(1) Voyez *Comptes rendus*, t. LXV, p. 526, 23 septembre 1867.

(2) Pour que t donnât exactement la mesure de la chaleur non absorbée par le tube plein d'eau, il faudrait faire une correction relative aux réflexions qui se produisent sur les surfaces de séparation des milieux ; mais, comme cette correction est proportionnelle à la quantité de chaleur transmise, elle ne modifierait pas les conclusions que l'on peut tirer des résultats cités plus bas.

tion d'épaisseur atmosphérique, il convient donc de comparer les valeurs du rapport $\frac{t}{T}$ obtenues à différentes heures de la même journée. On reconnaît ainsi que ce rapport est plus grand au milieu du jour que lorsque le Soleil est à une petite hauteur au-dessus de l'horizon.

» Voici les résultats de quelques observations faites à Genève :

Date.	Heure.	T	t	$\frac{t}{T}$
	h m	°	°	
27 Février.........	1.45	14,19	8,25	0,581
»	4.25	9,07	5,31	0,545
9 Mars..........	12.30	14,58	8,66	0,594
»	5.10	7,81	3,66	0,469
13 Mars..........	11.30	14,70	8,35	0,568
»	4.46	10,78	5,77	0,535
»	5.20	7,06	3,41	0,484
14 Mars.........	7.10	7,04	3,04	0,432
»	12.24	14,85	8,51	0,572
»	5.30	6,74	3,37	0,501
3 Avril.........	12.36	13,89	8,27	0,596
»	5.36	7,51	3,37	0,449

» Une série d'observations, faites le 1er avril sur le mont Salève, à une altitude de 1 250 mètres environ, m'a donné les valeurs suivantes du rapport $\frac{t}{T}$:

Heure.	$\frac{t}{T}$	Heure.	$\frac{t}{T}$
h m		h m	
2. 4	0,577	5.26	0,566
2.16	0,578	5.38	0,531
2.34	0,597	5.60	0,528

La valeur de $\frac{t}{T}$, particulièrement lorsque le Soleil est près de l'horizon, paraît plus grande qu'à Genève; mais il serait prématuré de tirer d'une seule journée d'observation une conclusion générale sur l'influence de l'altitude.

» En remplaçant l'eau contenue dans le tube par une solution d'alun, j'ai obtenu (à Genève, le 21 mars) les résultats suivants, qui se rapprochent beaucoup de ceux qui sont rapportés plus haut :

Heure.	$\frac{t}{T}$	Heure.	$\frac{t}{T}$
h m		h m	
7.18	0,397	9.16	0,557
7.30	0,462	12.28	0,588
7.42	0,486	5.30	0,458

» Il découle de ces observations que, dans les conditions où j'ai opéré, l'atmosphère arrête en plus forte proportion les rayons lumineux que les rayons de chaleur obscure absorbables par l'eau. Il y a une analogie évidente entre ce résultat et la propriété bien connue de l'atmosphère de laisser plus facilement passer les rayons rouges que les rayons les plus réfrangibles.

» Il faut remarquer que les observations citées plus haut ont été faites par des temps froids et très-secs. Il sera intéressant de voir si le même fait se manifeste en été lorsque la tension de la vapeur d'eau est considérable. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un nouveau thermométrographe à* maxima *et à* minima. Note de **M. Lallemand**, présentée par M. Balard.

« Tous les météorologistes reconnaissent aujourd'hui l'importance d'une détermination précise des températures extrêmes du jour. C'est l'élément le plus indispensable dans l'appréciation climatologique d'une région, et l'on a imaginé un grand nombre de thermomètres indicateurs plus ou moins ingénieux, qui, pour des motifs divers, ont été successivement abandonnés. La plupart des observateurs en sont revenus au thermomètre à alcool et à index mobile de Rutherford pour la température *minima;* il fonctionne d'habitude avec une grande régularité, et sous ce rapport peut être regardé comme un bon instrument. Il présente toutefois l'inconvénient de ne pas s'accorder avec le thermomètre à mercure, excepté aux deux points fixes qu'on a choisis. Les constructeurs prennent ordinairement comme points de repère zéro et 20 degrés. Entre ces deux limites, le thermomètre de Rutherford indique une température trop basse; en deçà et au delà, une température trop élevée. Ajoutons que ce thermomètre est bien moins sensible que le thermomètre à mercure et se met très-lentement en équilibre avec le milieu ambiant.

» Le thermomètre à *maxima* auquel on s'est arrêté n'est autre chose qu'un thermomètre à mercure, à colonne rompue par l'interposition d'une bulle d'air, ou bien entièrement vide d'air et présentant près du réservoir un étranglement sinueux qui détermine la disjonction de la colonne mercurielle, lorsque, la température venant à baisser, le mercure tend à rentrer dans le réservoir. Il est rare que des instruments de cette nature fonctionnent avec régularité, et lorsque cela a lieu, c'est accidentellement et par un hasard que toute l'habileté du constructeur ne saurait maîtriser. Un bon thermomètre à *maxima* est encore un desideratum pour les météorologistes.

» Le thermométrographe dont je fais usage depuis six mois est un thermomètre à mercure, dont la tige est recourbée de manière à présenter deux parties égales, horizontales et parallèles. Le mercure, qui, à la température moyenne de 10 à 15 degrés, remplit une moitié de la branche qui fait suite au réservoir, est surmonté d'une colonne d'alcool qui s'étend jusque vers le milieu de la seconde branche. Deux index de verre coloré, semblables à ceux du thermomètre de Rutherford, flottent dans l'alcool, et lorsqu'on incline l'instrument du côté du réservoir, l'un de ces index vient au contact du mercure, tandis que l'autre est arrêté par le ménisque qui termine la colonne alcoolique. L'instrument, étant alors ramené à la position horizontale, est disposé pour l'expérience et l'observation. La température venant à s'abaisser, l'index en contact avec le ménisque alcoolique est entraîné et indique le *minima*. Si la température s'élève, le mercure chasse l'autre index *et le laisse au point où il l'a amené* lorsqu'il vient ensuite à se contracter. Une simple inclinaison de l'instrument rétablit la position initiale des deux indicateurs. Un thermométrographe, construit de la sorte et mis en œuvre depuis quelques mois, marche avec une régularité parfaite. Il exige d'ailleurs une double graduation : l'une pour le sommet de la colonne mercurielle, l'autre pour l'extrémité de la colonne alcoolique.

» Cet instrument est susceptible d'une simplification dont les météorologistes voyageurs comprendront l'utilité. Tel que je viens de le décrire, il exige quelques précautions pour être transporté, et si les secousses du voyage provoquent la disjonction de la colonne mercurielle ou alcoolique, il ne sera pas toujours facile de rétablir la continuité. Laissons alors la tige du thermomètre à mercure droite et faisons suivre la colonne de mercure d'une colonne d'alcool d'une longueur suffisante, dans laquelle flottera un index de verre coloré. Suivant qu'on mettra cet index en contact avec le mercure ou avec le ménisque qui termine l'alcool, l'instrument fonctionnera comme thermomètre à *maxima* ou à *minima*. Il exigera alors deux observations par vingt-quatre heures, ou bien, si l'on veut éviter cet inconvénient, il faudra mettre en œuvre deux thermomètres, identiques à celui que je viens de décrire. Avec cette disposition bien simple, on n'a plus à craindre la disjonction des filets capillaires du mercure ou de l'alcool : un mouvement de fronde rétablit le thermomètre dans toute son intégrité.

» M. Alvergniat a bien voulu se charger de la construction d'un modèle conforme à cette description, et il l'a réalisé avec toute la perfection qu'on était en droit d'attendre de son habileté. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur un nouvel acétate de chrome.* Note de **M. P. Schützenberger**, présentée par M. Balard.

« Les sels ferriques à deux acides découverts par M. Scheurer-Kestner permettent de croire que l'oxyde de chrome doit, sous ce rapport, se comporter comme son isomorphe, le sesquioxyde de fer. En effet, dans un travail inédit, qu'il m'a communiqué depuis, M. Scheurer a obtenu un acéto-nitrate de chrome répondant à la formule

$$\left.\begin{array}{r}(\mathrm{Cr}^2)^{\mathrm{vi}}\\ 4(\not{\mathrm{C}}^2\mathrm{H}^3\Theta)\\ 2(\mathrm{Az}\Theta^2)\end{array}\right\}\Theta^6+6\,\mathrm{H}^2\Theta,$$

en employant des quantités de substances correspondantes à la formule et en évaporant dans le vide. De mon côté, en mélangeant 4 à 5 équivalents d'acétate neutre de chrome avec 1 équivalent de nitrate neutre et en concentrant à l'ébullition, j'ai obtenu un sel cristallisé en feuillets verts ou en grains. Ce sel, séché à 110 degrés, a pour formule

$$\left.\begin{array}{r}(\mathrm{Cr}^2)^{\mathrm{vi}}\\ 4(\not{\mathrm{C}}^2\mathrm{H}^3\Theta)\\ \mathrm{Az}\Theta^2\\ \mathrm{H}\end{array}\right\}\Theta^6+\mathrm{H}^2\Theta.$$

» Il est soluble dans l'acide acétique cristallisable chaud et donne par refroidissement de beaux feuillets verts, fournissant, après dessiccation dans le vide ou à 100 degrés, des nombres qui conduisent à la formule

$$\left.\begin{array}{r}(\mathrm{Cr}^2)^{\mathrm{vi}}\\ 5(\not{\mathrm{C}}^2\mathrm{H}^3\Theta)\\ \mathrm{Az}\Theta^2\end{array}\right\}\Theta^6+4\,\mathrm{H}^2\Theta,$$

» Il résulte de ces expériences que le chrome, comme le fer, est susceptible de fournir une série de sels à deux acides dont l'étude mérite d'être faite avec soin. Quoi qu'il en soit, le but de cette Note est de résumer l'action de la chaleur sur ces divers acétonitrates plutôt que d'étudier ces sels eux-mêmes. On observe, en effet, dans leur décomposition sèche des phénomènes assez remarquables, dont la marche et le résultat final sont les mêmes pour tous.

» Vers 200 degrés, il se dégage de l'eau et de l'acide acétique; au-dessus de 200 degrés, on voit apparaître des vapeurs nitreuses, et en même temps la masse pulvérulente prend une teinte jaune-brun très-prononcée. A ce moment, elle est encore soluble dans l'eau en brun sale, et les réactifs dé-

cèlent la présence de l'acide chromique. Enfin, vers 350 degrés (dans la vapeur de mercure bouillant), il s'établit brusquement une réaction assez vive, accompagnée d'un dégagement gazeux qui soulève la poudre légère sous forme de petites éminences coniques. En très-peu d'instants, ce phénomène est terminé; il reste alors une poudre très-ténue et légère, d'un vert clair, mais franc de teinte, pyrophorique à chaud. Je n'ai pas analysé les termes de passage trop difficiles à obtenir purs; quant au produit ultime formé à 350 degrés, il ne contient plus d'azote. Préparé avec un acétonitrate purifié par plusieurs cristallisations et chauffé dans la vapeur mercurielle, sous l'influence d'un courant d'acide carbonique balayant les vapeurs acides et préservant la poudre chaude de l'action de l'air, il a donné les résultats analytiques suivants :

$$Cr = 34,1 \quad Carb = 22,43 \quad H = 3,14$$

nombres qui conduisent à la formule

$$\left.\begin{array}{r}(Cr^2)^{vi}\\ 3(\text{Ꞓ}^2H^3\Theta)\\ H\end{array}\right\}\Theta^5$$

Théorie.

$$Cr = 33,8$$
$$\text{Ꞓ} = 22,7$$
$$H = 3,1$$

qui est celle d'un premier anhydride triacétochromique.

» En présence de l'eau, cette poudre s'hydrate immédiatement, avec élévation de température, et se convertit en une pâte homogène, d'un vert foncé. Cette pâte, étendue en couches minces sur du papier blanc ou sur une plaque de porcelaine, se dessèche sous forme d'un enduit vert foncé d'une nuance particulière et pure, et doué d'une certaine transparence.

» Il est possible que cette pâte verte puisse recevoir quelque application comme couleur, si l'on parvient à vaincre les difficultés de sa préparation en grand.

» A mesure que l'on augmente la quantité d'eau, la pâte se gonfle de plus en plus, et finit par offrir l'apparence d'une véritable solution verte. Cette solution est colloïdale, car l'addition d'un sel alcalin neutre en précipite tout l'acétate.

» La poudre anhydre, chauffée vers 400 degrés, perd encore de l'acide acétique, tout en conservant la propriété de s'hydrater par l'eau; il se forme probablement un second anhydride diacétochromique $\left.\begin{array}{r}(Cr^2)^{vi}\\ 2(\text{Ꞓ}^2H^4\Theta)\end{array}\right\}\Theta^4$.

» Enfin, dans la vapeur de soufre bouillant, la décomposition est complète, et il reste de l'oxyde anhydre mélangé de charbon. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés du radical silico-allyle.* Note de **MM. C. Friedel** et **A. Ladenburg**, présentée par M. Wurtz.

« On sait qu'en chauffant ensemble pendant une heure, à 150 degrés environ, 3 molécules d'éther silicique et 1 molécule de chlorure de silicium, on obtient un produit que MM. Friedel et Crafts ont nommé *monochlorhydrine éthylsilicique* (1) et qui contient

$$SiCl(C^2H^5O)^3 \ (2).$$

» Le même corps peut être obtenu facilement, ainsi que nous venons de l'observer, en faisant tomber goutte à goutte 3 molécules d'alcool absolu sur 1 molécule de chlorure de silicium, en soumettant le produit à des distillations fractionnées et recueillant ce qui passe vers 156 degrés. La réaction se passe comme l'indique l'équation suivante :

$$SiCl^4 + 3C^2H^5OH = SiCl(C^2H^5O)^3 + 3HCl.$$

On obtient ainsi un rendement très-avantageux.

» La monochlorhydrine éthylsilicique ne réagit pas sur le zinc-éthyle, même à l'ébullition. Mais si l'on ajoute au mélange des deux corps quelques fragments de sodium, on voit, à l'aide d'une douce chaleur, commencer une réaction, qui, si on ne la modère, peut devenir très-vive. Il se produit un dégagement abondant de gaz. Dans le commencement de la réaction, ce gaz est principalement composé de chlorure d'éthyle; plus tard le chlore disparaît, et les gaz sont simplement hydrocarbonés (éthyle et hydrure d'éthyle). Le sodium se recouvre de zinc en poudre et finit par disparaître; le mélange liquide contient alors du zinc et du chlorure de sodium.

» Le dégagement gazeux ayant cessé, on arrête l'opération et on distille le produit. La majeure partie de ce dernier passe, après plusieurs fractionnements, entre 159 et 162 degrés, si l'on a employé seulement 1 molécule de zinc-éthyle $Zn(C^2H^5)^2$ pour 2 molécules de monochlorhydrine.

» L'analyse assigne à ce corps la formule

$$SiC^2H^5(C^2H^5O)^3,$$

qui est confirmée par le nombre trouvé pour la densité de vapeur.

On a obtenu	6,92
Théorie	6,65

» Sa densité a été trouvé de 0,9207 à 0 degré.

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. IX, p. 7.

(2) Si = 28, Cl = 35.5, C = 12, H = 1, O = 16, Zn = 65.

» On voit que, dans la monochlorhydrine, 1 atome de chlore a été remplacé par une fois le groupe C^2H^5. Le corps ainsi produit est un liquide éthéré, ayant une odeur agréable rappelant celle de l'éther silicique. Il est insoluble dans l'eau, soluble en toutes proportions dans l'alcool et dans l'éther. L'humidité le transforme peu à peu en alcool et en produits bouillant à une température plus élevée et qui sont, sans doute, des polysilicates analogues à ceux que donne l'éther silicique.

» L'ammoniaque et même la potasse alcoolique ne le décomposent pas entièrement. Il participe de la stabilité du silicium-éthyle, et n'est oxydé complétement, par l'acide azotique, qu'au dessus de 200 degrés. L'acide sulfurique concentré le décompose instantanément. Avec la potasse très-concentrée et à chaud, il se produit une vive réaction, et l'éther se décompose rapidement avec formation de deux couches que l'eau dissout toutes deux avec séparation de quelques gouttelettes huileuses seulement.

» Lorsqu'on n'eutralise la solution par l'acide chlorhydrique, et encore mieux lorsqu'on ajoute à la liqueur neutralisée du chlorhydrate d'ammoniaque, on voit se produire un précipité blanc et floconneux, ressemblant à la silice. Ce précipité, recueilli sur un filtre et desséché sur l'acide sulfurique, constitue une poudre blanche, qui, chauffée sur une lame de platine, brûle et devient noire. Il est soluble dans la potasse et précipitable de nouveau par l'acide chlorhydrique. La solution faiblement alcaline donne, avec l'azotate d'argent, un précipité blanc ou jaunâtre, soluble dans l'ammoniaque et renfermant avec l'oxyde d'argent un acide silico-carboné.

» En faisant la combustion de l'acide dans un courant d'oxygène, nous avons trouvé qu'il renferme les proportions de carbone, d'hydrogène et de silicium répondant au mélange d'un corps ayant la formule

$$SiC^2H^5O^2H,$$

avec une petite quantité de silice. Nous ne sommes pas encore arrivés à obtenir le corps lui-même absolument pur.

» La potasse a donc dédoublé l'éther nouveau suivant l'équation

$$SiC^2H^5(C^2H^5O)^3 + 2H^2O = SiC^2H^5O^2H + 3C^2H^6O.$$

La réaction est de tous points comparable à celle qui se passe entre la potasse et l'éther formique tribasique de M. Kay :

$$CH(C^2H^5O)^3 + 2H^2O = CHO^2H + 2C^2H^6O.$$

Dans un cas comme dans l'autre, on obtient, au lieu d'un hydrate correspondant exactement à l'éther, un corps renfermant H^2O de moins. C'est ce

qui arrive dans bien des circonstances, par exemple, lorsqu'on saponifie l'acétal ou la combinaison diacétique de l'aldéhyde.

» On peut donc considérer le nouvel éther comme un homologue de l'éther de M. Kay, dans lequel 1 atome de carbone serait remplacé par du silicium. Il est d'ailleurs un véritable homologue du corps que nous avons décrit antérieurement sous le nom d'*éther siliciformique tribasique* :

$SiH(C^2H^5O)^3$	$SiC^2H^5(C^2H^5O)^3$
Ether siliciformique tribasique.	Ether silicopropionique tribasique.

» On peut donner au nouvel éther le nom d'*éther silicopropionique tribasique* (1). Il est, en effet, à l'acide propionique ce que l'éther siliciformique tribasique est à l'acide formique.

» On peut encore le considérer comme la triéthyline d'une glycérine dans laquelle 1 atome de carbone serait remplacé par 1 atome de silicium. Le groupe (SiC^2H^5) doit en effet jouer le rôle d'un radical triatomique, comme l'allyle $(C^3H^5)'''$: nous n'entendons pas comparer ces deux radicaux au point de vue de leur constitution, mais seulement à celui de leur atomicité.

» Lorsque au lieu de faire réagir sur la monochlorhydrine éthylsilicique une demi-molécule de zinc-éthyle, en présence de sodium, on emploie 1 molécule du même réactif, la réaction se passe de même, mais fournit un produit bouillant à une température plus basse, et renfermant une plus grande proportion de carbone. En analysant les portions passant à la température la plus basse, c'est-à-dire entre 155 et 156 degrés, nous avons trouvé des nombres s'accordant presque exactement avec ceux qui correspondent à la formule

$$Si(C^2H^5)^2(C^2H^5O)^2.$$

Ce corps paraît s'être formé par une réduction de l'éther silicopropionique tribasique au moment de sa formation. On connaît une réaction analogue, c'est celle par laquelle MM. Frankland et Duppa (2) ont transformé le borate d'éthyle en boréthyle, par l'action du zinc-éthyle.

» Le même composé doit se former par l'action du zinc-éthyle et du sodium sur la dichlorhydrine éthylsilicique. Nous nous proposons de le

---

(1) Nous réservons la désignation de *siliciproponique* pour le corps analogue qui renfermerait un groupe Si^3H^5, purement silicé.

(2) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. CXV, p, 319.

préparer ainsi pour étudier ses réactions et de soumettre aussi à une étude plus complète l'acide silicopropionique. »

M. E. Baudrimont adresse une Note sur la composition des sables ferrugineux de Forges-les-Bains (Seine-et-Oise) et sur l'origine des sables blancs qui les accompagnent :

« ... La présence constante de débris organisés, dit l'auteur, au milieu de sillons de sable blanc, entièrement circonscrits eux-mêmes par les sables colorés, donne la certitude que la décoloration de ces derniers doit être rapportée à l'action réductrice que la matière organique en voie de décomposition exerce lentement et progressivement sur l'oxyde ferrique qui les accompagne. Ce fait, déjà signalé par M. Kindler, et mentionné aussi, à un autre point de vue, par MM. Daubrée, Kuhlmann et Hervé-Mangon, doit être attribué à la décomposition lente que subissent dans le sol les matières organiques en présence de l'eau aérée. Cette décomposition, semblable sans aucun doute à celle d'où résulte la tourbe, mais qui est suivie d'une combustion totale des principes hydrocarbonés, détermine, par cette raison, la réduction du sesquioxyde de fer et sa transformation en bicarbonate ferreux (1), qui se trouve enlevé par les courants intersticiels du sous-sol.... »

M. Garrigou prie l'Académie de vouloir bien ouvrir un pli cacheté, déposé au nom de *M. Filhol* fils et au sien, le 16 mai 1864. Ce pli, ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel, contient la Note suivante :

« *Contemporanéité de l'homme et des mammifères miocènes.* — Aujourd'hui 16 mai 1864 nous avons des pièces suffisantes pour nous permettre de supposer que la contemporanéité de l'homme et des mammifères miocènes est démontrée.

» Si les descriptions que nous avons données des ossements cassés sont exactes, si la contemporanéité de l'homme et de l'ours des cavernes est bien établie par le fait des ossements cassés, si en un mot l'exactitude de nos observations est acceptée, chose qui, nous le pensons, aura lieu tôt ou tard, notre découverte de l'homme miocène doit être acquise à la science....

» ... Les ossements cassés de mammifères tertiaires, du *Dicrocerus ele-*

---

(1) Peut-être en crénate ou apocrénate, qu'on retrouve en dissolution dans les eaux minérales de Forges-les-Bains.

gans, et d'autres qui proviennent de la colline de Sansan (Gers), nous ont fourni les premiers spécimens qui nous ont fait songer à l'homme miocène. Depuis, nous avons eu occasion d'étudier plusieurs débris de ces mammifères, que nous avons trouvés cassés exactement comme ceux des cavernes de l'époque quaternaire.

» Des recherches plus générales nous amèneront à une publication plus complète, sur le sujet dont nous venons de commencer l'étude. »

M. Zaliwski-Mikorski adresse une Note relative à une pile constante.

A 5 heures, l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 6 heures. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 13 avril 1868, les ouvrages dont les titres suivent :

Mémoires couronnés et autres Mémoires publiés par l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, collection in-8°, t. XIX et XX. Bruxelles, 1867; 2 vol. in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, 36e année, 2e série, t. XXIV, 1867. Bruxelles, 1867; in-8°.

Annuaire de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, 1868, 34e année. Bruxelles, 1868; 1 vol. in-12.

Sur la sixième session du Congrès statistique des différents peuples, tenu à Florence, du 27 septembre au 5 octobre 1867; *par* M. A. Quetelet. Bruxelles, sans date; opuscule in-8°.

Étoiles filantes du milieu de novembre 1867 *et état de l'atmosphère à la même époque; par* M. A. Quetelet. Bruxelles, 1867; br. in-8°.

Sur les étoiles filantes périodiques du mois d'août 1867 *et sur les orages observés en Belgique pendant l'été de* 1867; communications recueillies par M. A. Quetelet. Bruxelles, 1867; br. in-8°.

Sur les orages des mois de juin et juillet 1867; *par* M. A. Quetelet. Bruxelles, 1867; br. in-8°.

Mémoires de l'Académie impériale des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Savoie, 2e série, t. IX. Chambéry, 1868; in-8°.

Étude sur les effets des tractions et des torsions exercées sur la main et l'avant-bras des enfants, et principalement sur les subluxations de l'extrémité supérieure du radius; par M. E. ALIX. Paris, 1862; in-8°.

Formule du système musculaire dans la larve du Corethra plumicornis; *par* M. E. ALIX. Paris, 1863; opuscule in-8°.

Mouvement de l'avant-bras chez les oiseaux; par M. E. ALIX. Paris, 1863; opuscule in-8°.

Sur le muscle fléchisseur de la phalange terminale du pouce chez l'orang-outang : tendon de Gratiolet; par M. E. ALIX. Paris, 1865; opuscule in-8°.

Sur un squelette de chimpanzé provenant du Gabon; par M. E. ALIX. Paris, 1866; opuscule in-8°.

Sur le membre abdominal des oiseaux, et principalement de l'aigle pris pour exemple; par M. E. ALIX. Paris, 1864; opuscule in-8°.

Sur l'aplatissement du nez et l'existence des os intermaxillaires chez l'homme; par M. E. ALIX. Paris, 1865; opuscule in-8°.

Essai sur la forme, la structure et le développement de la plume; par M. E. ALIX. Paris, 1865; br. in-8°.

Sur les organes de la parturition chez les kanguroos; par M. E. ALIX. Paris, 1866; opuscule in-8°.

Comparaison des os et des muscles des oiseaux avec ceux des mammifères. Paris, 1867; br. in-8°.

Guide pratique de minéralogie appliquée (Histoire naturelle inorganique); *par* M. A.-F. NOGUÈS, 1re partie. Paris, sans date; 1 vol. in-12 avec figures.

Etiologie et prophylaxie de la pellagre : Communications adressées à S. Exc. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce; par M. A. COSTALLAT, 2e édition. Paris, 1868; in-8°.

Revue de Géologie pour les années 1865 *et* 1866; *par* MM. DELESSE et DE LAPPARENT, t. V. Paris, 1868; in-8°.

Choléra. — Mode de propagation et moyens préservatifs; par M. Félix BOUREAU. Paris, 1868; br. in-8°.

De la méthode physiologique et thérapeutique, et de ses applications à l'étude de la belladone; par M. MEURIOT. Paris, 1868; in-8°.

Les Merveilles de la Science, ou Description populaire des inventions modernes; par M. Louis FIGUIER, 20e série. Paris, 1868; grand in-8° illustré.

Études géométriques sur les étoiles filantes; par M. C.-M. GOULIER. Metz, 1868; in-8°.

Exposition universelle de 1867 *à Paris. — Rapports du Jury international publiés sous la direction de* M. Michel CHEVALIER : *Appareils et ouvrages de*

gymnastique; par M. le Dr DEMARQUAY. Paris, 1867; in-8°. (Présenté par M. le Baron J. Cloquet.)

Sur la production du fluide électrique au moyen de deux électromoteurs homogènes plongeant dans un seul liquide, et sur divers phénomènes que présente dans ce cas la marche des courants; par M. H. CAUDERAY. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Principe universel de la vie de tout mouvement et de l'état de la matière; par M. P. TRÉMAUX, 1re livraison. Paris, sans date; br. in-8°.

Études sur les affinités chimiques; par MM. C.-M. GULDBERG et P. WAAGE. Christiania, 1867; in-4° avec planches.

Forhandlinger... *Mémoires de l'Académie de Christiania,* années 1865-1866. Christiania, 1866-1867; 2 vol. in-8° avec planches.

Det... *Université Norske-Frederique. Annuaire pour* 1866. Christiania, 1867; in-8°.

Meteorologiske... *Journal météorologique de l'Observatoire de Christiania,* année 1866. Christiania, 1867; in-4° oblong.

Publications de la Société astronomique de Leipzig, parties 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8. Leipzig, 1865-1867; 7 brochures in-4°.

Jahrbuch... *Annuaire de l'Institut impérial et royal géologique de Vienne,* année 1866, t. XVI, 4e trimestre. Vienne, sans date; grand in-8°.

Vierteljahrsschrift... *Publications trimestrielles de la Société astronomique,* 1re année, 1866; 2e année, 1867, livr. 2, 3, 4. Leipzig, 1866 et 1867; 7 brochures in-8°.

Vaccination... *La vaccination et ses effets reconnus sur la santé, la mortalité et la population; par* M. C.-T. PEARCE. Londres, 1868; in-8° relié.

Sulla... *Sur le* Rete mirabile *crânien et sur le cerveau du céphaloptère* Giorna; *par* M. le Dr L. DE SANCTIS. Naples, 1868; in-4°.

Oronzio... *Oronce-Gabriel Costa : Eloge prononcé, le* 8 *décembre* 1867, *à l'Académie Pontanienne, par* M. P. PANCERI. Naples, 1868; br. in-8°.

Altre... *Autres larves d'Alciopides* (Rinconereella) *parasites de la* Cydippe Densa; *Note par* M. P. PANCERI. Naples, 1868; in-4°.

Sulla... *Sur la fécondation artificielle et sur l'entrée des spermatozoaires dans les œufs du Branchiostome; par* M. P. PANCERI. Naples, 1868; in-4°.

Circa... *Sur des appendices particuliers des branchies du céphaloptère* Giorna; *par* M. P. PANCERI. Naples, 1867; in-4°.

Nuovo... *Nouveau genre de polypes actiniaires; par* M. P. PANCERI. Naples, 1868; in-4°.

(Ces dernières publications, adressées par M. P. Panceri, sont extraites

des *Comptes rendus de l'Académie royale des Sciences physiques et mathématiques de Naples.*)

L'Académie a reçu, dans la séance du 20 avril 1868, les ouvrages dont les titres suivent :

Salubrité des habitations. — Manuel pratique du chauffage et de la ventilation; par M. A. MORIN, Membre de l'Institut. Paris, 1868; 1 vol. in-8°.

Mémoires de l'Académie impériale des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Lyon : Classe des Sciences, t. XVI. Lyon et Paris, 1866-1867; 1 vol. grand in-8°.

Les Éclairages modernes : Conférence par M. l'abbé MOIGNO. Paris, 1867; 1 vol. in-12.

Sept leçons de physique générale de M. Cauchy; par M. l'abbé MOIGNO. Paris, 1868; 1 vol. in-12.

Physique moléculaire, ses conquêtes, ses phénomènes et ses applications; par M. l'abbé MOIGNO. Paris, 1868; 1 vol. in-12.

Essai sur les causes qui ont retardé ou favorisé les progrès de la médecine depuis la plus haute antiquité jusqu'à notre époque; par M. J.-B. MÈGE. Tours, 1868; br. in-8°. (Présenté par M. Coste.)

Bulletins et Mémoires de la Société médicale des hôpitaux de Paris, t. IV, 2e série, année 1867. Paris, 1868; 1 vol. grand in-8°.

Études sur l'Exposition de 1867 *publiées par* M. Eugène LACROIX, 19e et 20e fascicules, avec atlas. Paris, 1868; grand in-8°.

Discours sur la pseudo-philosophie pour compléter le livre du progrès; par M. F. ALLIOT. Bar-le-Duc, 1868; 1 vol. in-12.

Chemins de fer. — De la résistance des trains et de la puissance des machines; par MM. L. VUILLEMIN, A. GUEBHARD et C. DIEUDONNÉ; *précédé d'une Lettre aux auteurs par* M. E. FLACHAT. Paris, 1868; grand in-8° avec planches.

Importance des ossements cassés des gisements paléo-archéologiques et du mode de cassure; par M. GARRIGOU. Paris, 1867; br. in-8°.

Les maladies des vers à soie, causes, nature et moyen de les prévenir; par M. Eug. DE MASQUARD. Paris, 1868; in-8°.

De l'influence des émanations volcaniques sur les êtres organisés, particulièrement étudiée à Santorin pendant l'éruption de 1866; *par* M. L. DA COROGNA. Paris, 1867; in-8°. (Présenté par M. Laugier pour le concours des Arts insalubres, 1868.)

Nouvel appel à la destruction des hannetons et des chevrettes, ou mans, ou

turcs, ou vers blancs; par M. A.-M. LAISNÉ. Avranches, 1868; 4 pages in-8°. (Extrait du journal d'Avranches.)

Fisica... *Physique du globe, les espaces, les climats et les météores : Cours complet de géographie physique et de météorologie; par* le prof. Ger. BOCCARDO. Gênes, 1868; in-4° avec portrait, relié.

On the... *Sur les protophytes d'Islande; par* M. W.-L. LINDSAY. Sans lieu ni date; opuscule in-8°.

On... *Sur le polymorphisme dans la fructification des lichens; par* M. W.-L. LINDSAY. Sans lieu ni date; opuscule in-8°.

Contributions... *Contributions à la botanique de la Nouvelle-Zélande; par* M. W.-L. LINDSAY. Londres et Edimbourg, 1868; in-4° avec planches.

Ueber... *Sur les maladies des insectes dues à des champignons; par* M. le Dr BAIL. Dantzig, 1867; opusculé in-8°.

Vorlanfige... *Appendice au précédent Mémoire. — Sur une maladie de cette nature qui attaque la* Noctua piniperda; *par* M. le Dr BAIL. Dantzig, sans date; opuscule in-8°.

Separat... *Autre communication sur le même sujet; par* M. le Dr BAIL. Dantzig, sans date; opuscule in-8°.

Vortrag... *Communications sur la mycologie; par* M. le Dr BAIL. Sans lieu ni date; broch. in-8°.

(Ces quatre ouvrages sont adressés comme pièces de concours pour le prix Thore de 1868.)

Monographie illustrée du baleinoptère trouvé, le 29 *octobre* 1865, *sur la côte occidentale de Suède; par* M. A.-W. MALM. Stockholm, 1867; in-folio avec planches photographiées.

Sur les baleines en général et sur le Balaenoptera Carolinæ *en particulier; par* M. A.-W. MALM.

L'auteur adresse en même temps plusieurs opuscules qu'il a succesivement fait paraître sur divers points d'histoire naturelle, et plusieurs années détachées des Publications de la Société de Gothenbourg, où se trouvent d'autres travaux de lui.

(Ces différents ouvrages, imprimés pour la plupart en langue suédoise, sont présentés par M. Milne Edwards comme pièces de concours pour le prix Thore de 1868.)

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 AVRIL 1868.

PRÉSIDENCE DE M. DELAUNAY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Secrétaire perpétuel annonce que le tome XVIII des « Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie » est en distribution au Secrétariat.

M. Coste fait hommage à l'Académie, au nom de *M. de Vibraye*, Correspondant pour la Section d'Économie rurale, d'une « Notice historique et biographique sur A. Valenciennes ».

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE. — *Sur la structure intime des corpuscules nerveux de la conjonctive et des corpuscules du tact chez l'homme; par* **M. Ch. Rouget.**

(Commissaires : MM. Cl. Bernard, Longet, Robin.)

« Krause a décrit et figuré les origines périphériques des nerfs de la conjonctive, comme des corpuscules ovoïdes ou sphériques constitués à l'extérieur par une enveloppe de tissu conjonctif, pourvue de noyaux et remplie par une espèce de blastème homogène. La fibre nerveuse, perforant la capsule conjonctive, pénètre dans son intérieur et se termine par un pro-

longement dépourvu de moelle, simple ou bifurqué, et très-analogue au filament terminal du *cylinder axis* au centre d'un corpuscule de Pacini. Cette description et l'analogie très-intime qu'elle établit entre les corpuscules de la conjonctive et les corpuscules de Pacini ont été confirmées par Kölliker et Lüdden. Le contrôle de ces observations m'a conduit cependant à des résultats tout différents. En examinant la zone de conjonctive oculaire qui avoisine la cornée de l'homme, après l'avoir débarrassée de son revêtement épithélial par la macération dans l'eau faiblement acidulée, on découvre, disséminés par groupes, de petits corps arrondis, appendus comme des grains à l'extrémité de tubes nerveux à double contour. Les plus petits sont aussi les plus simples de contexture. Le tube nerveux qui leur sert de pédicule forme une espèce de boucle annulaire dont l'extrémité, s'incurvant vers le centre, s'épanouit en se continuant avec une masse sphéroïdale de substance granuleuse. Celle-ci est très-réfringente et renferme quelques noyaux ovalaires. Si l'on supposait déroulée la boucle du tube nerveux, la masse granuleuse qui forme essentiellement le corpuscule apparaîtrait comme un renflement globuleux du *cylinder axis*. La prétendue capsule de tissu conjonctif à noyaux figurée par Krause et Lüdden n'est qu'une pure apparence due à ce que le tube nerveux s'enroule autour du corpuscule central. Cet enroulement se borne généralement dans les plus petits corpuscules à un seul tour, quelquefois même incomplet, tandis qu'autour des corpuscules plus gros ce tube nerveux décrit deux, trois et quelquefois jusqu'à dix tours.

» Un même corpuscule peut recevoir deux ou trois tubes nerveux ; deux ou trois corpuscules sont quelquefois contigus et un même tube nerveux peut alors participer aux enroulements de deux corpuscules avant de se terminer dans l'un d'eux. Il n'est pas toujours possible d'observer le point de soudure de l'extrémité du tube nerveux avec la substance granuleuse. Toutes les fois que j'ai pu constater cette particularité importante, il m'a semblé que la fibre nerveuse, se dépouillant de sa couche médullaire, mais conservant l'aspect granuleux et la réfringence caractéristique du cylindraxe, s'épanouissait en se confondant avec le renflement de substance granuleuse, exactement comme cela a lieu pour la fusion des divisions ultimes du tube nerveux moteur dans la plaque terminale.

» La démonstration de la continuité et de l'identité de la fibre centrale des tubes nerveux avec la masse granuleuse logée au centre du glomérule, ne repose pas seulement sur l'examen de l'arrangement et des rapports des différentes parties, mais aussi sur l'action des réactifs. La macération

pendant un jour ou deux dans l'eau très-faiblement acidulée rend homogène et transparent tout le stroma de la conjonctive, tandis que la substance nerveuse propre conserve dans toute l'étendue du tube nerveux, dans les tours enroulés et dans la masse corpusculaire, la teinte plus foncée et l'aspect granuleux caractéristiques. Si l'on traite ensuite ces préparations pendant quelques instants par l'acide nitrique concentré, le tissu conjonctif reste incolore, tandis que les tubes nerveux droits et enroulés et la substance centrale du corpuscule terminal se colorent fortement en jaune. L'acide carbazotique donne des résultats analogues. L'imbibition par la solution ammoniacale de carmin suivie de l'action de l'acide acétique met aussi en évidence l'action spéciale de la teinture sur les noyaux, sur le cylindraxe et sur la substance granuleuse des corpuscules.

» Si, depuis la découverte de Meissner et Wagner, l'existence des corpuscules du tact a pu être constatée par tous les observateurs, il n'en est pas de même de la structure de ces corpuscules qui a donné lieu depuis quinze ans à des controverses qui durent encore. Je ne puis discuter ici toutes les opinions qui ont été émises à ce sujet; je me bornerai à établir que deux d'entre elles très-opposées sont encore en présence : l'une, défendue par Kölliker, d'après laquelle le corpuscule du tact proprement dit serait une simple formation de tissu conjonctif et élastique, sans continuité avec l'élément nerveux, auquel elle servirait seulement de support; l'autre, sous laquelle se rangent Meissner, Wagner, Ecker, Gerlach et Leydig, admettant au moins la pénétration des éléments nerveux dans l'intérieur du corpuscule du tact et leur participation à sa formation. Mes recherches m'ont conduit non-seulement à repousser complétement les données de Kölliker et à accepter au contraire la plupart des faits déjà reconnus par Meissner et Leydig, elles m'ont de plus convaincu qu'il ne faut voir dans le corpuscule du tact tout entier, dans les différentes couches qui le constituent, rien autre chose qu'un arrangement particulier de l'extrémité terminale du tube nerveux. Celui-ci reproduit exactement, à un degré de complication plus élevé, le type fondamental que les corpuscules nerveux de la conjonctive présentent dans un état d'extrême simplicité : c'est-à-dire un tube nerveux s'enroulant, se pelotonnant régulièrement autour d'une masse centrale de substance nerveuse identique à celle des corpuscules ganglionnaires, des plaques terminales; véritable épanouissement du *cylinder axis*, dépouillé des couches de protection et d'isolement qui l'enveloppent dans le tube nerveux à double contour.

» Le corpuscule du tact, corps ovoïde en forme de pomme de pin,

situé dans l'intérieur des papilles cutanées des doigts au voisinage de leur sommet, reçoit un ou plusieurs tubes nerveux. Sa surface présente des stries et des bandes transversales ou obliques auxquelles correspondent des noyaux ovalaires allongés dans le sens transversal. Une coupe perpendiculaire à l'axe du corpuscule montre au-dessous de la couche corticale, au centre du corpuscule, un noyau de substance solide granuleuse renfermant des vésicules nucléaires semblables à celles de la couche corticale. Quelles sont les relations et les connexions des tubes nerveux, de la couche corticale et du noyau central du corpuscule?

» C'est par suite d'erreurs d'observation qu'on a cru voir et qu'on a figuré des terminaisons des tubes nerveux par des extrémités libres ou par des anses à la surface des corpuscules. Toute apparence d'extrémité libre se rapporte à des tubes nerveux qui disparaissent en contournant le bord d'un corpuscule ou bien en s'insinuant dans l'interstice des fibres enroulées autour de sa surface. Les terminaisons en anse ne paraissent telles, que par suite d'observations incomplètes : elles supposent de toute nécessité que deux tubes nerveux au moins aboutissent à chaque corpuscule, tandis qu'il est très-facile de constater que beaucoup de corpuscules, les plus petits en général, ne sont en rapport qu'avec un seul tube nerveux.

» A partir de la base des papilles, les tubes nerveux émanés du réseau sous-cutané se dirigent vers l'axe et atteignent le corpuscule du tact tantôt à son extrémité inférieure, tantôt à sa partie moyenne ; tantôt côtoyant les bords ou longeant la surface, ils atteignent le voisinage de l'extrémité supérieure. Quelquefois, dans ce trajet, les nerfs échappent à la vue en contournant le corpuscule pour se porter à la face opposée ; dans d'autres cas ils semblent disparaître brusquement comme s'ils se terminaient par une extrémité libre.

» En observant alors avec attention le point où semble s'arrêter le tube à double contour, on constate que, perdant en ce point la couche médullaire et la réfringence si caractéristique qu'elle lui devait, la fibre nerveuse grise et pâle, généralement plus mince, mais douée pourtant encore d'une certaine réfringence, se glisse dans l'interstice des stries transversales du corpuscule, et disparaît plus ou moins promptement à la vue en pénétrant dans l'épaisseur des couches corticales ; d'autres fois, le tube nerveux, en perdant sa couche médullaire, se divise en trois ou quatre filaments plus grêles qui suivent une direction transversale et entrent manifestement dans le système des fibres transversales de la couche corticale. Ces fibres, qui, surtout à de forts grossissements, sont manifestement réfringentes, fine-

ment granuleuses et souvent même paraissant composées de fibrilles, constituent des rubans munis de noyaux allongés suivant leur axe, s'enroulent, s'entrelacent à la périphérie du corpuscule, entrecoupant fréquemment leurs spirales. Non-seulement ces fibres enroulées sont tout à fait semblables aux prolongements des tubes à double contour qu'on voit pénétrer au milieu d'elles et dont elles ne sont que la continuation, mais elles se comportent avec les réactifs exactement comme des éléments nerveux. Sur des coupes transversales des corpuscules du tact on peut voir même les tubes nerveux à double contour se continuer et pénétrer manifestement au milieu des anneaux de fibres enroulées de la couche périphérique. Dans certains corpuscules dont les différentes parties ont été artificiellement ou sont naturellement dissociées et écartées les unes des autres, on peut suivre le mode d'enroulement des fibres grises à noyaux et constater leur continuité directe avec les tubes à double contour. Dans la masse centrale du corpuscule, les fibres grises à noyaux manquent aussi bien que les tubes à couche médullaire. Wagner et Meissner ont figuré comme des sections de fibres nerveuses, sur la coupe transversale de la masse centrale du corpuscule, des noyaux dépendant de cette substance, que Kölliker, de son côté, décrit à tort comme un blastème conjonctif, homogène et transparent sans formations nucléaires. En réalité, cette masse centrale est composée d'une substance finement granuleuse, très-réfringente, munie de noyaux, identique à celle qui forme la masse centrale des bourgeons nerveux de la conjonctive. Il ne m'a pas encore été possible, il est vrai, de constater directement la continuité de cette substance avec les fibres grises à noyaux des couches corticales du corpuscule du tact, mais il est infiniment probable que l'identité des deux espèces de corpuscules de la conjonctive et des papilles du tact est complète sous tous les rapports, et que le noyau central des corpuscules du tact n'est, comme les corpuscules ganglionnaires, les plaques terminales, la lame terminale des plaques électriques, etc., qu'un renflement, un épanouissement de l'élément nerveux essentiel du *cylinder axis*. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Savary adresse une Note sur une « pile voltaïque à soufre, à charbon et à eau salée ». Le couple de cette pile est formé, d'une part, de zinc ordinaire plongeant dans de l'eau saturée de sel marin ; d'autre part, d'un morceau de charbon de coke environné de quelques tours d'un fil de cuivre, et

plongeant dans un vase poreux qui contient de l'eau salée et du soufre divisé. L'expérience a montré, dit l'auteur, que ce couple est presque aussi intense que le couple à sulfate de cuivre, et encore plus économique que le couple à eau salée et sulfate de fer mélangés.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Becquerel, Fizeau.)

M. de Vergniol adresse, de Bergerac, quelques échantillons de calcaire blanc qui contiennent un fragment de mâchoire fossile et les dents qui en proviennent.

(Commissaires : MM. Élie de Beaumont, Milne Edwards, Daubrée.)

M. Fayet adresse, pour le concours du prix de Statistique, un « Essai sur la marche progressive de la diffusion de l'instruction primaire en France depuis cinquante ans ».

(Renvoi à la Commission.)

M. Bacaloglo adresse une Note relative au problème de la trisection de l'angle.

(Commissaires : MM. Bertrand, Serret.)

M. Noyelle adresse une Note concernant une machine hydraulique.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Barth adresse un Mémoire sur le choléra asiatique.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique invite l'Académie à présenter deux candidats pour la place de Membre titulaire du Bureau des Longitudes (Section d'Astronomie), devenue vacante par le décès de *M. L. Foucault*.

Cette Lettre sera transmise, selon l'usage, à une Commission composée de la Section d'Astronomie, de la Section de Géométrie, et de la Section de Géographie et Navigation.

M. LE MINISTRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE autorise l'Académie à prélever sur les reliquats des fonds Montyon, conformément à sa demande, la somme nécessaire pour compléter les allocations fixées par la Commission des prix de Physiologie expérimentale.

M. LE MINISTRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE prie l'Académie de vouloir bien lui transmettre le résultat de l'examen auquel s'est livrée la Commission chargée d'examiner la question des poêles de fonte : M. le Ministre de l'Intérieur lui a exprimé le désir d'être informé de ces résultats, au point de vue du chauffage des établissements placés dans ses attributions.

Cette Lettre sera transmise à la Commission nommée pour la question des poêles de fonte.

LA SOCIÉTÉ HOLLANDAISE DES SCIENCES DE HARLEM adresse un exemplaire des « Archives Néerlandaises », t. II, fasc. 3, 4 et 5.

M. LE SECRÉTAIRE PERPÉTUEL, en signalant, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure adressée par *M. de Labordette* pour le concours du prix de Physiologie expérimentale et portant pour titre : « De l'emploi du speculum laryngien dans le traitement de l'asphyxie par submersion », donne lecture du passage suivant de la Lettre d'envoi :

« J'ai relaté dans cette brochure diverses expériences ayant pour but d'établir la distinction entre l'état de contraction des membres ou des mâchoires que l'on constate chez quelques noyés, et la rigidité cadavérique. Cet état de contraction des mâchoires se trouve souvent chez des sujets que l'on a rappelés à la vie, et n'est par conséquent pas un signe de la mort, comme l'ont dit quelques auteurs qui le confondaient avec la rigidité cadavérique. »

M. LE SECRÉTAIRE PERPÉTUEL, en présentant à l'Académie, au nom de l'auteur, un nouvel opuscule de Physique météorologique par *M. Zantedeschi*, imprimé en italien, lit le passage suivant de la Lettre d'envoi :

« Au moyen d'expériences répétées, auxquelles justice a été rendue par les physiciens d'Europe et d'Amérique, j'ai démontré le mode varié de distribution de l'électricité dans les couches aériennes qui environnent un corps électrisé, d'après celui suivant lequel elle se distribue dans un conducteur

isolé plongé dans les mêmes couches aériennes qui forment l'atmosphère. Le 22 avril 1868, j'ai eu de nouveau l'honneur de faire hommage à l'Académie d'un opuscule ayant pour titre : « Observations sur l'argument proposé au sujet de l'hypothèse de l'électricité négative d'induction qui, sous forme d'anneau, entoure un nuage qui se résout en pluie, en neige ou en grêle ». Dans cet opuscule, j'ai fait connaître cent sept observations d'électricité statique et neuf cent vingt-cinq d'électricité dynamique, subversives de l'hypothèse de M. Palmieri et du Père Secchi, qui jusqu'à présent n'ont pas pu produire un argument complet et décisif en faveur de leur opinion. J'espère que l'Académie et les physiciens électriciens de France voudront bien faire répéter mes expériences, qui modifient les doctrines suivies jusqu'à présent, dans les écoles, sur l'électricité d'induction. Je le réclame comme une faveur au nom de la science et de la vérité. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur une involution spéciale du quatrième ordre, et son application aux lignes spiriques.* Note de **M. de la Gournerie**, présentée par M. Chasles.

« Dans une précédente Note (10 février 1868), j'ai énoncé plusieurs théorèmes relatifs à la spirique; j'ai dit notamment que cette courbe appartient à six tores qui, dans certains cas, sont tous imaginaires. Jusqu'à présent, on a toujours considéré la spirique sur un tore réel, et, par suite, plusieurs des formes qu'elle peut prendre n'ont pas été reconnues. Je me propose d'indiquer quelques théorèmes à l'aide desquels j'ai pu distinguer les principales variétés de la spirique et trouver leurs propriétés spéciales.

» 1. J'appelle *points centraux* d'un groupe de quatre points en ligne droite, les points centraux des involutions quadratiques déterminées par les quatre points pris deux à deux des trois manières possibles.

» En général, dans une involution du quatrième ordre, les points centraux varient pour les différents groupes, mais quand deux groupes de quatre points ont leurs points centraux communs, tous les groupes de l'involution qu'ils déterminent ont les mêmes points centraux, et cette involution comprend tous les groupes qui ont ces points pour points centraux.

» Les points centraux forment, avec le point de l'infini, un des groupes de l'involution. Comme d'ailleurs on peut les construire quand un des autres groupes est connu, on voit que l'involution spéciale que je considère est déterminée par un seul groupe de quatre points.

» 2. Quand les groupes d'une involution du quatrième ordre ont les

trois mêmes points centraux, trois de ces groupes sont composés de deux points doubles (1).

» Lorsqu'une involution du quatrième ordre possède deux groupes composés chacun de deux points doubles, si ces points sont conjugés harmoniques, il existe un troisième groupe formé de points doubles, et tous les groupes ont les mêmes points centraux.

» 3. On peut considérer l'involution spéciale que j'examine, comme résultant de la coexistence de trois involutions quadratiques soumises à des conditions particulières.

» Soient O', O'', O''' trois points d'une droite : je détermine le segment $e'f'$ dont le milieu se trouve en O' et qui est conjugué harmonique du segment O''O''', et de même les segments $e''f''$, $e'''f'''$ dont les milieux sont O'' et O''', et qui sont respectivement conjugués harmoniques de O'O''' et de O'O''; je considère les trois involutions quadratiques qui ont pour points doubles e' et f', e'' et f'', e''' et f'''; je compose un groupe avec un point pris arbitrairement sur la droite, et les points qui lui sont conjugués dans les trois involutions : ces quatre points sont tels, que chacun d'eux est conjugué des trois autres dans les trois involutions. Tous les groupes analogues constituent une involution du quatrième ordre, dans laquelle les points doubles e' et f', e'' et f'', e''' et f''' forment trois groupes. Les points O', O'', O''' sont, par la construction même, les points centraux de tous les groupes.

» 4. Un groupe est déterminé par la position du centre des moyennes distances des points qui le composent. Quand ce centre coïncide avec un des points centraux, le groupe se réduit aux deux points doubles correspondants. Comme d'ailleurs, dans la série des groupes, chaque point double réel est la transition de deux points réels à un couple de points imaginaires, on voit que lorsque le centre des moyennes distances supposé mobile sur la droite passe par un point central, si les points doubles sont réels, les points réels du groupe deviennent imaginaires, tandis que les points imaginaires sont remplacés par des points réels.

» En faisant diverses hypothèses tant sur la position du centre des moyennes distances du groupe considéré, que sur les points centraux qui ne sont pas nécessairement tous réels, distincts et à distance finie, on reconnaît, par la théorie de l'involution quadratique, les dispositions que peuvent

---

(1) D'après un théorème dû à M. de Jonquières, une involution de l'ordre n possède $2(n-1)$ points doubles. (*Annali di Matematica*; 1859, p. 87.)

prendre les groupes de l'involution spéciale du quatrième ordre. Je ne peux introduire ici, même en résumé, les résultats de cette discussion.

» 5. *Application aux lignes spiriques.* — Une spirique possède sur son axe de symétrie quatre sommets et quatre de ses seize foyers, qui suffisent pour déterminer les douze autres. Ces deux groupes de quatre points ont les trois mêmes points centraux : ce sont les points où les axes des six tores qui passent par la spirique rencontrent deux à deux son axe de symétrie.

» Dans une involution du quatrième ordre dont tous les groupes ont les mêmes points centraux, les points de deux groupes quelconques appartiennent à une spirique, les uns comme sommets, les autres comme foyers.

» 6. La connaissance des propriétés de l'involution spéciale du quatrième ordre facilite beaucoup l'étude de la spirique. Aux diverses dispositions que les groupes peuvent avoir, correspondent autant de variétés de cette courbe. J'indiquerai seulement ici quelques résultats qui présentent un intérêt particulier.

» Quand on place les foyers aux points centraux de l'involution, on a un ovale de Descartes. Les six tores se présentent comme réels, mais décomposés, chacun en quatre fois le plan de la spirique.

» Si ce sont les sommets qui occupent les points centraux, la courbe se réduit à une cubique passant par les points circulaires à l'infini, laquelle, jointe à la ligne de l'infini, représente une spirique. Tous les tores sont imaginaires.

» Lorsque l'on fait coïncider les foyers et les sommets sur les points d'un même groupe, la spirique se décompose, et on trouve deux fois la ligne de l'infini, et deux fois l'axe de symétrie. On ne doit considérer sur cet axe que deux segments limités aux points du groupe, de sorte qu'on a un système du genre de ceux que M. Chasles a appelés *êtres géométriques* (séance du 22 avril 1867). Chaque tore est remplacé par le plan de l'infini pris deux fois, et par l'axe de symétrie qui représente un cylindre de révolution dont le rayon est nul.

» 7. Dans le cas particulier où deux des points centraux coïncident et où le troisième s'éloigne à l'infini, les groupes ne forment plus une involution, et pour en déterminer un on peut se donner arbitrairement deux points. Cette circonstance se présente dans la spirique lorsqu'elle a un centre, et alors, comme je l'ai dit dans ma Note du 10 février, elle possède deux axes de symétrie et elle appartient à douze tores. Pour la discussion, on doit considérer simultanément les groupes formés sur les deux axes.

» Quand les quatre sommets situés sur l'un des axes se confondent deux à deux, la spirique se décompose en deux cercles égaux. Six des tores sont nécessairement imaginaires. Quatre autres se confondent en un seul, qui est engendré par la révolution des cercles autour de l'axe de symétrie, leur sécante commune. Les deux derniers sont réels ou imaginaires, suivant que cette sécante est elle-même réelle ou idéale : le plan de la courbe les touche chacun en deux points.

» 8. *Application à la résolution de l'équation du quatrième degré.* — Les formules relatives à l'involution spéciale du quatrième ordre peuvent servir à résoudre l'équation générale du quatrième degré : il suffit de considérer cette équation comme représentant un groupe de quatre points. La résolvante est l'équation qui fait connaître les points centraux. En choisissant une de ses racines on détermine celle des trois involutions à laquelle on veut rapporter les quatre points; ils y forment deux couples, et sont par conséquent donnés par deux équations du second degré. On obtient sans difficulté les coefficients de ces équations.

» On est ainsi conduit à des calculs analogues à ceux des méthodes adoptées pour la résolution de l'équation du quatrième degré. Les formules, sans être compliquées, n'offrent pas un caractère particulier de simplicité, mais elles ont une signification géométrique bien déterminée, et les singularités qu'elles présenteraient dans diverses questions pourraient indiquer des théorèmes intéressants.

» Si l'équation du quatrième degré a une racine double ou triple, la résolvante possède la même racine au même degré de multiplicité.

» Voici les formules :

Équation à résoudre. . . . . $x^4 + qx^2 + sx + t = 0,$

Résolvante . . . . $y^3 + \frac{4t - q^2}{2s} y^2 - \frac{q}{2} y - \frac{s}{8} = 0,$

Équation du second degré . . . $x^2 + px + \frac{1}{2}\left(q + p^2 - \frac{s}{p}\right) = 0.$

» On doit, dans cette dernière équation, attribuer successivement à la lettre p les deux valeurs $\pm \sqrt{\frac{s}{2y}}$, y étant l'une quelconque des racines de la résolvante.

» Quand le coefficient s est nul, deux des points centraux coïncident, et le troisième s'éloigne à l'infini. Dans ce cas les groupes ne forment pas une involution, comme je l'ai dit à l'article précédent, et les formules

deviennent illusoires; mais, comme l'équation proposée ne contient l'inconnue qu'à des puissances paires, sa résolution ne présente aucune difficulté. »

ANALYSE. — *Théorèmes généraux sur les substitutions; par* **M. C. Jordan.**

« 1. Un groupe de substitutions, Γ, est dit *isomorphe* à un autre groupe G, si l'on peut établir entre leurs substitutions une correspondance telle : 1° que chaque substitution de G corresponde à une seule substitution de Γ; 2° que le produit de deux substitutions quelconques corresponde au produit de leurs correspondantes respectives.

» Soit G un groupe quelconque de substitutions entre les lettres $x_1, x_2, \ldots, x_\mu$; F une fonction rationnelle quelconque de $x_1, x_2, \ldots$; $F_1, F_2, \ldots, F_\nu$ les diverses transformées qu'on en déduit en effectuant entre les lettres $x_1, x_2, \ldots$, les diverses substitutions du groupe G. Chacune de ces substitutions, effectuée simultanément sur $F_1, F_2, \ldots$, transformera ces fonctions les unes dans les autres; elle équivaudra donc à une certaine substitution opérée entre les ν fonctions $F_1, F_2, \ldots, F_\nu$. Ces nouvelles substitutions ainsi équivalentes à celles de G forment un groupe transitif, et isomorphe à G.

» Réciproquement, tout groupe transitif et isomorphe à G pourra être formé par le procédé que nous venons d'indiquer.

» 2. *Théorème.* — Soit n un entier constant quelconque; les fonctions de k lettres, symétriques ou alternées par rapport à $k-n$ de ces lettres, auront moins de valeurs distinctes que celles qui ne jouissent pas de cette propriété.

» Cette proposition sera parfois en défaut pour les petites valeurs de k; mais on pourra toujours assigner à k une limite au delà de laquelle elle sera nécessairement vraie.

» Le cas le plus important de ce théorème est celui où $k=1$. Il a été donné dès 1845 par M. Bertrand. En posant $k=2$, on retrouve une proposition de M. Serret.

» 3. *Théorème.* — Un groupe de substitutions G entre $n+\nu$ lettres qui ne contient pas le groupe alterné ne peut être ν fois transitif (ν étant > 12) que si l'une des inégalités suivantes est satisfaite :

$$(1) \qquad 1.2\ldots(\nu-1) < n^\alpha$$

(α étant le nombre des facteurs premiers de $n+1$),

(2) $$\frac{1.2\ldots\nu}{2} < n'^{\alpha'} \quad \text{avec} \quad n' < n - 1$$

(α' étant le nombre des facteurs premiers de $n' + 1$),

(3) $$\frac{\nu(\nu - 1)}{2} \overline{\overline{<}} n,$$

(4) $$\left(\frac{2\nu - 3}{q} - 1\right)\nu \overline{\overline{<}} n$$

$\left(q\right.$ étant le nombre premier immédiatement supérieur à $\left.\frac{n}{\nu}\right)$.

» Si ν est très-grand, la dernière inégalité est celle qui donne pour la limite de n la plus petite valeur asymptotique; cette valeur asymptotique est sensiblement égale à $\sqrt{2\nu^3}$.

» Si $\nu \overline{\overline{<}} 12$, mais > 7, on aura $n \overline{\overline{>}} 3\nu$.

» Si $\nu \overline{\overline{<}} 7$, mais > 4, on aura $n \overline{\overline{>}} 2\nu$.

» Enfin si $\nu \overline{\overline{<}} 4$, on aura $n \overline{\overline{>}} \nu$ d'après un théorème de M. Mathieu. »

LUMIÈRE ÉLECTRIQUE. — *Association de l'incandescence de la magnésie à celle des charbons entre lesquels se produit l'arc voltaïque.* Note de **M. F.-P. Le Roux**, présentée par M. Edm. Becquerel.

« Dans la plupart des applications auxquelles peut donner lieu la lumière voltaïque, on se propose d'éclairer une région plus ou moins restreinte de l'espace; la lumière émise par la source dans toute autre direction serait donc perdue, si l'on ne cherchait à la recueillir par des réflecteurs plus ou moins bien appropriés au but que l'on se propose d'atteindre. D'un autre côté, l'expérience montre que l'arc voltaïque tend sans cesse à se déplacer, d'une manière tout à fait irrégulière, par suite d'inégalités dans la cohésion des charbons, d'impuretés qui y sont contenues, et surtout des moindres agitations de l'air. Comme précisément, ainsi que je l'ai fait remarquer dans une autre Note, les parties les plus éclairantes des charbons sont les surfaces entre lesquelles l'arc se produit, il en résulte que, par suite des déplacements que celui-ci subit, ces surfaces s'inclinent plus ou moins, tantôt dans un sens, tantôt dans un autre, et donnent lieu ainsi à des variations considérables dans la quantité de lumière émise dans les diverses directions.

» J'ai pensé qu'en plaçant dans le voisinage de l'arc, du côté opposé à celui où on veut envoyer la lumière, un corps capable de rendre sous

forme lumineuse la quantité énorme de radiations que lui envoient les charbons et l'arc lui-même, on pourrait mettre celles-ci à profit plus avantageusement que par tout autre procédé, en même temps qu'on protégerait l'arc par une sorte d'écran annulant dans une région de près de 180 degrés d'ouverture toutes les causes de dérangement de l'arc précitées. Le corps capable de remplir un tel office devait être à la fois mauvais conducteur de la chaleur et doué d'un grand pouvoir d'irradiation : la magnésie remplit à un haut degré ces deux conditions. Je me suis servi, pour réaliser l'expérience, de cylindres de magnésie comprimés suivant les indications de M. Caron, et mis en usage par MM. Tessié du Mothay et Maréchal, dans leur nouveau système de combustion du gaz de l'éclairage.

» En plaçant la base d'un de ces cylindres, dont le diamètre est d'environ 8 millimètres, à une très-petite distance de la pointe des charbons, de manière qu'elle soit comme léchée par l'arc voltaïque, elle prend une incandescence comparable à celle de la partie des charbons qui avoisine les cratères. En même temps, la lumière acquiert une constance remarquable qui provient de la fixité de l'arc; en outre, si celui-ci est très-long, la présence de cet écran de magnésie diminue beaucoup les chances de sa rupture.

» La magnésie peut être ainsi maintenue très-longtemps en contact avec l'arc voltaïque, sans que l'usure vienne changer d'une manière apparente les conditions de l'expérience; mais elle éprouve un genre spécial d'altération de la part des vapeurs siliceuses que charrie l'arc voltaïque; elle s'en imbibe et forme avec elles une sorte de verre, légèrement verdâtre lorsqu'il est refroidi et d'une dureté excessive. La production de ces matières, qui n'est pas sans intérêt à d'autres points de vue que celui de l'éclairage, a l'inconvénient de diminuer beaucoup le pouvoir d'irradiation de la magnésie, et cette nouvelle expérience doit une fois de plus nous faire désirer de voir se produire un jour une fabrication industrielle de carbone pur, sous un état convenable pour la production de la lumière électrique. L'arc voltaïque éclatant entre des crayons de charbon pur, au sein d'une cavité creusée dans la magnésie, serait certainement la plus belle source de lumière qu'on ait encore réalisée.

» L'expérience dont il vient d'être question peut donner lieu à plusieurs remarques concernant l'émission des radiations lumineuses par les substances solides. Quand on observe la projection sur un écran du système formé par les charbons et le cylindre de magnésie, de manière à comparer l'éclat des premiers à celui du second, on trouve que la magnésie diminue

d'éclat à mesure qu'elle absorbe les vapeurs siliceuses, c'est-à-dire à mesure qu'elle se transforme en un corps plus transparent, ce qui est d'accord avec ce que l'on sait de général sur la relation qui existe entre les pouvoirs émissifs et les pouvoirs absorbants. Si l'on a affaire à des charbons très-impurs et qu'on prolonge beaucoup l'expérience, pendant plus d'une heure par exemple, on peut arriver à voir la magnésie presque obscure en certains points par rapport à des parties des charbons même moyennement incandescentes; or, si l'on vient alors à supprimer le courant électrique, c'est à peine si pendant un instant très-court on peut saisir une différence d'éclat entre les pointes des charbons et la surface de la magnésie, et on voit tout l'ensemble s'éteindre graduellement avec la même vitesse ou à peu près. Il en faut donc conclure que, pour les substances solides dont il s'agit ici, ce n'est qu'à des températures très-élevées que se manifestent des différences bien sensibles entre leurs pouvoirs émissifs pour les radiations lumineuses, de telle sorte que ces pouvoirs émissifs seraient des fonctions de la température dont nous pourrions dire seulement qu'elles tendent vers l'égalité à mesure que la température diminue. C'est d'ailleurs ce qui résulte aussi des expériences faites par M. Edm. Becquerel (1), qui n'a pu trouver de différence bien marquée entre l'irradiation de divers corps solides non transparents dans ses expériences, qui ont été poussées jusque vers 1300 degrés centigrades.

» Comme on peut le voir, la productien voltaïque de la lumière soulève bien des questions intéressantes; malheureusement les expériences sont dispendieuses, et je me fais un devoir de dire ici que, si j'ai pu réaliser celle qui fait l'objet de cette Note, c'est grâce à la complaisance avec laquelle M. Serrin a bien voulu mettre à ma disposition sa pile et ses appareils. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Préparation de la magnésie employée comme matière réfractaire*. Note de **M. H. Caron**, présentée par M. Boussingault.

« Il y a environ deux ans, j'ai indiqué sommairement dans une Note insérée aux *Comptes rendus* (t. LXII, p. 296) les avantages que trouverait la métallurgie dans l'emploi de la magnésie comme matière réfractaire. Je regrettais en même temps le prix élevé de cette terre, dont l'usage semblait devoir rester dans le domaine des laboratoires. Aujourd'hui, les circonstances sont heureusement changées; les modifications récentes introduites

---

(1) *La Lumière, ses causes et ses effets*, t. Ier, p. 79.

dans la fabrication de l'acier fondu, spécialement l'adoption des fours Siemens et du procédé Martin, exigent impérieusement l'emploi de briques plus réfractaires que les briques actuelles, quel qu'en soit d'ailleurs le prix. D'un autre côté, le carbonate de magnésie naturel, qui coûtait autrefois 250 fr. les 1000 kilos, peut être obtenu maintenant au prix de 70 fr. rendu à Marseille, ou de 100 fr. rendu à Dunkerque. La calcination sur place du carbonate, avant l'expédition, pourrait peut-être encore faire baisser ces prix (1). Je demanderai donc à l'Académie la permission d'indiquer ici mes procédés d'agglomération, qui pourront, je l'espère, être utilisés par les chimistes, pour fabriquer facilement des vases réfractaires de toutes formes; par les physiciens, pour obtenir les crayons destinés à l'éclairage oxyhydrique, et enfin par les industriels, pour remplacer dans certains cas les briques les plus réfractaires devenues insuffisantes dans l'application de quelques procédés de chauffage.

» La magnésie dont j'ai fait usage jusqu'ici provenait de l'île d'Eubée, où elle se trouve en quantités considérables à l'état de carbonate blanc, très-compacte et d'une assez grande dureté. Ce carbonate contient des traces de chaux, de silice et de fer; néanmoins il est parsemé quelquefois de matières serpentineuses et de larges plaques de silice qui diminueraient l'infusibilité de la matière et la rendraient impropre surtout à l'éclairage oxyhydrique, si l'on négligeait de les enlever (j'en indiquerai plus tard la raison). Ces plaques sont d'ailleurs très-reconnaissables et pourront être séparées aisément, même dans la fabrication en grand. Relativement aux briques réfractaires, la présence d'une petite quantité de ces corps étrangers pourrait tout au plus donner lieu, sous l'influence des plus hautes températures, à une légère vitrification ne présentant aucun inconvénient sérieux.

» Avant de broyer ce carbonate, il est utile de le cuire à la température nécessaire et suffisante pour l'expulsion de l'acide carbonique; la matière devient très-friable et peut être pulvérisée plus facilement. Il est possible alors de séparer la serpentine et la silice, qui ne se délitent pas sous l'influence de la chaleur. Ce premier traitement ne permet pas encore d'agglomérer la magnésie, et, même en supposant cette difficulté vaincue, une température supérieure à la calcination primitive, donnant lieu à un énorme retrait, produirait des fentes et des déformations qui interdiraient

(1) Cette première calcination exige moins de chaleur que la cuisson de la chaux ordinaire et fait perdre au carbonate la moitié de son poids.

l'usage de cette substance. Il est donc indispensable, avant de mouler la magnésie, de la soumettre à un feu très-intense et au moins égal à celui qu'elle devra supporter plus tard.

» Ainsi calcinée, elle n'est pas encore plastique, son aspect est sablonneux, et la compression ne lui fait acquérir aucune cohésion; un mélange de magnésie moins calcinée lui donne cette qualité (1). Il ne reste plus alors qu'à l'humecter avec 10 à 15 pour 100 de son poids d'eau ordinaire, et à la comprimer fortement dans des moules de fonte, comme cela se pratique pour les agglomérés de charbon de terre. La brique produite par cette opération durcit en séchant à l'air et devient encore plus résistante lorsqu'ensuite on la calcine au rouge. Le même procédé semblerait pouvoir s'employer en variant la forme des moules pour obtenir des creusets de forte capacité; mais la compression est difficile sur de grandes masses, et aussi dans le cas où les moules ont une grande surface, parce que la magnésie adhère fortement aux parois. Bien que j'aie pu obtenir de petits creusets de laboratoire, je ne regarde pas ce moyen comme applicable aux grands creusets servant à la fusion de l'acier. Il est préférable dans ce cas, et dans d'autres encore, d'agglomérer la magnésie par la voie humide.

» Pour donner à la magnésie une sorte de plasticité, j'ai profité d'une propriété de cette terre indiquée dans la chimie de Berzélius. Fortement calcinée, puis mouillée, elle durcit en séchant. Ce fait est sans doute dû à une hydratation qui n'est accusée par aucune élévation sensible de température. J'ai remarqué, en outre, que solidifiée de cette façon, la magnésie ne perd l'eau assimilée qu'à une température élevée; alors la calcination, non-seulement ne la désagrége pas, mais lui donne au contraire une dureté et une résistance comparables à celles des creusets ordinaires après leur cuisson. Ceci bien constaté, on comprendra facilement le parti à tirer de cette propriété. Ainsi la magnésie calcinée destinée à la fabrication des creusets devra seulement être humectée, tassée dans les moules, séchée, puis enfin soumise à la cuisson. Pour les revêtements de fours à fondre l'acier, on damera de même sur les parois la pâte de magnésie humide; elle se cuira naturellement, sans qu'il y ait à prendre de précautions particulières. Il arrive cependant quelquefois, soit parce que la magnésie a été trop ou trop peu

---

(1) La quantité de cette dernière varie nécessairement avec le degré de calcination des deux magnésies : elle est à peu près d'un sixième du poids de celle qui a subi la température la plus élevée (fusion de l'acier). Il est bien entendu qu'on doit employer le moins possible de l'espèce dont le rôle se borne à assurer une bonne agglomération.

hydratée, soit parce qu'elle contenait des matières siliceuses, que les vases avant ou après la cuisson n'offrent pas toute la solidité désirable : ils doivent alors, pour l'acquérir, être trempés simplement dans une eau saturée à froid d'acide borique, séchés et cuits ensuite comme précédemment. Cette opération ne rend pas la magnésie plus fusible, elle fait seulement adhérer plus fortement entre eux les grains de la matière.

» La magnésie bien pure, fortement calcinée et finement pulvérisée, peut être employée à l'état de *barbotine* et donner les creusets les plus délicats et les plus diaphanes, aussi bien que les empreintes les plus pures et les plus compliquées. Je suis convaincu que, dans un avenir prochain, cette terre sera employée avantageusement dans la céramique, malgré la difficulté de son moulage comparé à celui de la pâte à porcelaine.

» J'aurais peu de chose à ajouter pour faire connaître mes procédés de fabrication des crayons en magnésie destinés à l'éclairage oxyhydrique et aux expériences de physique exigeant une lumière à la fois économique, uniforme et très-vive; mais ces détails arriveront plus naturellement à propos d'essais photométriques que j'ai faits pour déterminer les meilleures conditions de l'emploi de la magnésie dans cette circonstance et le rapport de son pouvoir éclairant à celui d'autres substances non encore employées à cet usage.

» Je compte en faire l'objet d'une prochaine communication. »

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *Des conditions anatomiques de la production des actions réflexes.* Note de **M. J. Chéron**, présentée par M. Ch. Robin.

« Chez les Céphalopodes, l'étude histologique des ganglions palléaux permet de reconnaître qu'il n'existe dans ces organes que des cellules unipolaires. Les unes sont plus petites et placées au centre, elles reçoivent une partie des fibres du nerf palléal. Les autres ont un volume beaucoup plus considérable et sont disposées à la périphérie, le pôle dirigé vers le centre, où il se continue avec les fibres qui s'échappent du ganglion en divergeant, pour renforcer les fibres du nerf palléal qui traversent le ganglion.

» Le nerf palléal, chez la Sèche, se divise en deux branches avant d'arriver au ganglion. L'une pénètre jusqu'au centre de ce dernier; arrivé en ce point, une partie de ses fibres se terminent dans les petites cellules dont je viens de parler; les autres se portent en divergeant hors du ganglion, et s'accolent à celles qui émergent des grandes cellules périphériques. L'autre branche longe le bord externe du même ganglion : arrivée au

niveau de l'angle postérieur, elle s'anastomose avec une branche nerveuse émanée de ce même organe. A ce point de réunion il existe un petit renflement ganglionnaire qui ne renferme que des cellules bipolaires allongées, sur le trajet des fibres du palléal qui vont former le nerf récurrent de la nageoire, lequel se distribue tant à cet organe qu'à la partie antérieure du corps.

» Les ganglions des bras que l'on peut observer si facilement chez l'Élédone et chez le Poulpe renferment des cellules bipolaires et tripolaires dans leur partie périphérique; dans la masse centrale on n'observe plus que des cellules unipolaires placées régulièrement les unes à côté des autres et dont le pôle est dirigé vers le centre du ganglion, lequel centre est composé de matière granulaire amorphe et de noyaux parmi lesquels on voit encore quelques cellules.

» La composition histologique des ganglions que je viens de décrire présente donc cette différence que les uns ne contiennent que des cellules unipolaires, et que les autres, au contraire, avec des cellules unipolaires renferment des cellules bipolaires et tripolaires.

» Or, si l'on excite, par les différents moyens employés en physiologie, les rameaux nerveux qui émergent des ganglions palléaux ou les parties auxquelles ils se distribuent, aucun mouvement ne répond à cette excitation; ces ganglions ne sont point des centres d'actions réflexes.

» Dans les bras, au contraire, il suffit de pincer la peau pour voir des mouvements s'effectuer dans l'organe excité, et la peau qui le recouvre présenter un jeu très-actif des chromatophores; ces mouvements et ces changements de coloration s'effectuent alors même que le bras est séparé du corps; il ne saurait donc y avoir de doute à cet égard : les ganglions des bras des Céphalopodes sont bien des centres d'actions réflexes. Il en est de même pour le ganglion qui est placé au-dessous du nerf palléal chez la Sèche.

» Je connaissais la structure des ganglions que je viens de décrire; j'avais vu les cellules unipolaires que contiennent les uns et les cellules multipolaires que contiennent les autres, alors que je n'avais pas encore constaté l'existence des actions réflexes dont les ganglions des bras sont le siége, et le résultat négatif que donnent, sous ce rapport, les ganglions palléaux. Mon attention une fois éveillée sur ce point, j'ai fait de nouveau l'histologie des ganglions dont je viens de parler, et mes résultats ont été les mêmes que ceux que j'avais donnés dans mon Mémoire sur l'anatomie du système nerveux des Céphalopodes dibranchiaux (1).

(1) *Annales des Sciences naturelles*, 1866, *fig.* 9, *fig.* 20, *fig.* 21, *fig.* 13, *fig.* 14.

» *Conclusion.* — Des faits que je viens d'exposer je crois pouvoir conclure que l'existence des cellules unipolaires, du moins chez les animaux qui sont ici en question, ne saurait être attribuée au mode de préparation; que ces cellules étant les origines de fibres nouvelles, alors que celles qui pénètrent dans le ganglion seraient insuffisantes à innerver les parties auxquelles le ganglion doit distribuer ses filets, ces cellules doivent être considérées comme des cellules de renforcement et en porter le nom; enfin, les ganglions qui contiennent des cellules à deux, trois ou un plus grand nombre de pôles, étant le siége d'actions réflexes, tandis que ceux qui ne renferment que des cellules unipolaires ne sont jamais le centre de semblables phénomènes physiologiques, la condition anatomique de la production des actions réflexes est l'existence de la cellule multipolaire dans les centres où ces actions se produiraient. »

A 3 heures trois quarts, l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 27 avril 1868, les ouvrages dont les titres suivent :

Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des Sciences de l'Institut impérial de France, et imprimés par son ordre. — Sciences mathématiques et physiques. Paris, 1868; in-4°.

Le Jardin fruitier du Muséum; par M. DECAISNE; liv. 93. Paris, 1868; in-4° avec planches.

Aperçu général sur les anciennes populations du globe. Discours prononcé à la séance publique annuelle de la Société impériale zoologique d'acclimatation; par M. P. GERVAIS. Paris, 1868; br. in-8°.

Notice historique et biographique sur Achille Valenciennes; *par* M. le Marquis DE VIBRAYE. Paris, 1868; br. in-8°.

De l'emploi du speculum laryngien dans le traitement de l'asphyxie par submersion, etc.; par M. A. DE LABORDETTE. Paris, 1868; br. in-8° avec figures. (Adressé pour le concours du prix de Physiologie expérimentale.)

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 MAI 1868.

PRÉSIDENCE DE M. DELAUNAY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Président annonce à l'Académie que, pour répondre à l'appel fait par la Commission nommée à Leyde et chargée d'ériger une statue à *Boerhaave*, une liste de souscription vient d'être ouverte au Secrétariat.

M. le Ministre de l'Instruction publique transmet une ampliation du Décret impérial qui approuve la nomination de *M. Barré de Saint-Venant* à la place vacante dans la Section de Mécanique par suite du décès de *M. Poncelet.*

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, **M. de Saint-Venant** prend place parmi ses confrères.

MÉMOIRES LUS.

M. Artur donne lecture d'un Mémoire ayant pour titre : « Observations sur les deux derniers Mémoires de M. Becquerel ».

(Commissaires : MM. Becquerel, Fremy, H. Sainte-Claire Deville.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. L. Verstraet, en adressant à l'Académie un Mémoire relatif à la combustion des huiles minérales, demande l'ouverture d'un pli cacheté, déposé au mois de mars dernier et contenant les moyens proposés par lui pour l'application industrielle des huiles de pétrole et de toutes les huiles minérales au chauffage des machines à vapeur.

Ce pli est ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel; il est donné lecture d'une partie des conclusions de l'auteur.

Les deux pièces sont renvoyées à l'examen d'une Commission composée de MM. Regnault, H. Sainte-Claire Deville, Pâris.

M. Boulay adresse une « Note relative à une nouvelle espèce de pile à courant constant ». Cette pile est une modification de la pile de Daniell, consistant principalement : 1° en ce que le sulfate de cuivre est mélangé de son volume de nitrate de potasse : les champignons métalliques qui se produisent d'ordinaire sur le pôle cuivre ne peuvent alors se former; 2° en ce que le sel marin qui doit attaquer le zinc est mélangé de 30 pour 100 de son poids de fleur de soufre : le soufre empêche la réduction du sulfate de cuivre sur le zinc.

(Commissaires : MM. Becquerel, Fizeau.)

M. Lontin adresse une Note concernant la cause à laquelle on doit attribuer les funestes effets produits par les poêles de fonte. Selon l'auteur, ces effets seraient dus à la production d'hydrogène protocarboné par les matières organiques portées à une haute température; les fièvres qui ont été signalées comme résultant de l'usage de ces poêles offriraient une certaine analogie avec les maladies produites par le gaz des marais, sauf les différences dues aux autres gaz qui se produisent dans ces circonstances spéciales.

(Renvoi à la Commission nommée pour la question des poêles de fonte.)

M. Griffé adresse de Liége, par l'entremise de M. le Ministre de l'Instruction publique, un Mémoire sur la théorie de diverses questions relatives à l'Astronomie.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, le deuxième volume de l'Atlas hydrographique du Brésil, par *M. Mouchez*. Ce volume contient les cartes de la côte nord, depuis la Guyane jusqu'à Bahia.

M. Jacquart prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la chaire d'Anatomie comparée, actuellement vacante au Muséum.

Cette Lettre sera transmise à la future Commission qui devra présenter une liste de candidats.

PHYSIQUE. — *Sur la perméabilité du fer pour l'hydrogène à la température ordinaire; par* **M. L. Cailletet.**

« Les savantes recherches de MM. H. Sainte-Claire Deville et Troost sur le passage des gaz à travers les corps solides homogènes ont démontré que le fer et quelques autres métaux portés à une haute température peuvent être traversés par l'hydrogène.

» J'ai pu constater récemment que cette singulière perméabilité du fer existe encore à la température ordinaire, et j'ai déterminé, dans une série d'expériences que j'ai l'honneur de communiquer à l'Académie, les conditions où elle se produit. Ayant eu, en effet, l'occasion de soumettre des lames de fer au décapage dans un bain d'acide sulfurique étendu, je remarquai avec une bien vive surprise que ces lames parfaitement planes au moment de l'immersion, s'étaient recouvertes d'ampoules nombreuses pendant l'action du bain acide. La ressemblance de ces ampoules ou soufflures était complète avec celles qui se produisent sur les barreaux soumis à la cémentation et sur certains fers exposés à la haute température des fours à souder.

» Ainsi que je l'ai montré dans diverses recherches (1), ce sont les gaz du foyer, et particulièrement l'hydrogène, qui, en pénétrant dans les interstices laissés dans le fer par un soudage incomplet, s'y compriment et opèrent le soulèvement des parties les plus minces.

(1) Voir *Comptes rendus*, t. LVIII, p. 327; t. LVIII, p. 1057; t. LX, p. 344.

» Afin de constater la nature des gaz contenus dans les ampoules formées pendant le décapage, je perçai, sous une éprouvette remplie d'eau, un certain nombre de ces soufflures, et je reconnus que le gaz qui s'en échappait en bulles nombreuses était de l'hydrogène pur. Il était donc bien évident que le fer avait été traversé par l'hydrogène, car si une fissure du métal avait pu donner accès à l'acide sulfurique, l'hydrogène produit par sa réaction sur les parois intérieures de la soufflure se serait échappé par la voie suivie par l'acide.

» Dans le but d'étudier ce phénomène imprévu de perméabilité, je construisis une sorte de vaste ampoule artificielle en soudant bord à bord deux lames de fer mince superposées. Cette sorte de sac est munie d'un tube de cuivre de petit diamètre qui pénètre entre les deux lames en s'y fixant par une soudure. Lorsqu'on attaque dans un bain d'acide sulfurique ou chlorhydrique étendu un appareil ainsi construit, on remarque, au bout d'un temps qui varie en raison de l'épaisseur des parois métalliques, que des bulles nombreuses ne tardent pas à se dégager par l'extrémité libre du tube abducteur préalablement plongée dans un liquide.

» La quantité de gaz qui traverse l'appareil étant en rapport avec les surfaces du métal attaqué, il suffit, pour obtenir un dégagement rapide d'hydrogène, d'employer des lames de grandes surfaces, auxquelles je donne, pour les rendre plus maniables, la forme d'une hélice qui peut être facilement placée dans un vase de pile de Bunsen. Un appareil ainsi construit, et présentant une surface de 12 décimètres carrés, donne en une minute 4 centimètres cubes d'hydrogène, lorsqu'il est attaqué par de l'acide sufurique moyennement concentré et porté à une douce température afin de favoriser son action corrosive. En plongeant l'extrémité libre du tube abducteur dans du mercure, on voit que le dégagement gazeux ne cesse pas, et j'ai constaté dans une expérience qu'une pression de $0^m,35$ de mercure n'arrêtait pas le passage de l'hydrogène à travers les parois de l'appareil.

» Il est facile de déterminer le rapport qui existe entre la quantité d'hydrogène qui traverse le fer et la quantité de ce même gaz dégagé sur les parois au contact du liquide acide. En employant des lames d'environ $\frac{1}{10}$ de millimètre et un liquide à la température de 40 degrés, j'ai trouvé que ce rapport était de $\frac{1}{60}$.

» Dans les nombreuses recherches que j'ai entreprises sur la perméabilité du fer à la température ordinaire, j'ai employé dans la construction de mes ampoules artificielles des feuilles d'acier fondu d'une épaisseur de

1 à $\frac{4}{10}$ de millimètre. On comprendra combien un métal fondu et homogène est préférable au fer même le plus parfait, qui présente souvent des fissures ou des traces d'un soudage incomplet. Les phénomènes si nets et si faciles à constater avec le fer ou l'acier pur ou amalgamé sont nuls avec le zinc, même en employant des lames extrêmement minces de ce métal.

» Pour se rendre compte de la singulière perméabilité du fer, il faut remarquer :

» 1° Qu'en faisant le vide dans l'intérieur de mes ampoules artificielles, préalablement placées dans l'hydrogène sec, elles se montrent absolument imperméables à ce gaz à la température ordinaire.

» 2° Si l'on plonge sous la pression atmosphérique une lame de fer dans un bain d'acide sulfurique ou chlorhydrique affaibli, et qu'après un séjour de quelques instants dans le liquide corrosif, on lave rapidement cette lame d'abord avec de l'eau alcaline, puis avec de l'eau pure, on remarque qu'il se manifeste pendant quelque temps à la surface du fer un dégagement de très-petites bulles gazeuses. Il est donc permis de conclure de ce fait que le fer se laisse pénétrer par l'eau acidulée, qui y creuse des cellules, et cela à une profondeur qui peut être très-petite, mais qui assurément n'est pas insensible.

» 3° La seule différence qu'on aperçoive au premier abord entre la surface du fer dégageant de l'hydrogène au sein de l'acide sulfurique étendu et cette même surface plongée dans de l'hydrogène sec, c'est la présence d'un liquide acide dont s'imbibe plus ou moins profondément le fer; or on sait qu'une masse poreuse et largement perméable aux gaz, comme le plâtre sec ou bien une vessie sèche, perd la propriété de se laisser traverser par les gaz à une faible pression, lorsqu'on imprègne ces matières d'un liquide quelconque.

» Si l'on plaçait dans un vase clos, formé de ces substances poreuses et mouillées, un gaz quelconque, il faudrait exercer sur ce gaz une pression pour le forcer à traverser ces parois mouillées. On pourrait donc supposer d'après tous ces faits :

» 1° Que l'acide sulfurique ou chlorhydrique pénétrant dans le fer jusqu'à une distance sensible de la surface, met un obstacle presque absolu au dégagement de l'hydrogène qui se produit au fond des cellules métalliques dans lesquelles les acides ont pénétré. Cet hydrogène éprouverait donc dans l'intérieur de ces cellules une pression considérable, et cette pression pourrait être suffisante pour forcer l'hydrogène à traverser la partie du

métal qui n'est pas mouillée par l'acide, et à se dégager à la surface intérieure de mes ampoules artificielles.

» Dans les recherches que je viens d'avoir l'honneur d'exposer à l'Académie, j'ai été dirigé par les précieux et bienveillants conseils de M. H. Sainte-Claire Deville, pour lesquels je le prie de vouloir bien accepter le témoignage de toute ma reconnaissance.

» Dans une prochaine communication, je me propose de faire connaître le résultats d'expériences entreprises sur d'autres métaux au moyen de divers acides et de la pile, afin de décider si l'interprétation peut-être prématurée que j'ai donnée des faits observés doit être acceptée ou rejetée. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Emploi de la magnésie dans l'éclairage oxyhydrique.* Note de **M. H. Caron**, présentée par M. Boussingault.

« Dans la dernière Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie (1), j'ai indiqué les préparations diverses à faire subir à la magnésie pour l'utiliser comme matière réfractaire; il me reste à dire maintenant comment on peut l'employer pour l'éclairage oxyhydrique, et dans quelles conditions elle doit être mise pour donner en même temps la lumière la plus vive et la plus économique.

» On a constaté depuis longtemps que cette substance devient une source puissante de lumière lorsqu'elle est portée à une température élevée; les dernières expériences faites pour rendre pratique ce nouveau mode d'éclairage sont dues, je crois, à M. Gaudin, dont les travaux sont bien connus des chimistes et des physiciens. Je ne rechercherai pas les différentes causes qui ont empêché d'appliquer cette idée ingénieuse; je ne m'inquiéterai pas non plus, pour le moment, de la production économique de l'oxygène : ce problème intéressant paraît être en ce moment l'objet des recherches de beaucoup de savants et recevra, j'en suis convaincu, une solution prochaine et satisfaisante. Je me bornerai à indiquer comment je suis arrivé à un emploi facile de la magnésie, dans les circonstances particulières où elle est mise.

» L'influence des impuretés contenues dans la magnésie est bien plus à craindre pour les crayons employés à l'éclairage que pour les briques réfractaires; une faible quantité de corps étrangers ne peut donner à la matière une fusibilité inquiétante, mais elle affaiblit la lumière et la colore

(1) *Comptes rendus*, t. LXVI, p. 839.

souvent très-sensiblement. Ainsi, par exemple, en faisant usage du carbonate d'Eubée, dont j'ai parlé dans ma dernière Note, il est indispensable de choisir les morceaux les plus blancs et les mieux dépouillés de serpentine et de silice, sous peine de perdre les deux tiers et même les quatre cinquièmes de la lumière que donnerait la magnésie pure. C'est à la silice qu'est dû cet affaiblissement, et non aux oxydes de fer et de manganèse contenus dans le carbonate. J'ai remarqué d'ailleurs que la silice combinée avec d'autres corps capables de devenir incandescents diminue et jaunit toujours la lumière qu'ils fourniraient dans l'état de pureté. La chaux en petite quantité n'est pas nuisible, elle donne seulement à la flamme une légère teinte rose-violacée très-faible, qui avive souvent la couleur des étoffes soyeuses; mais cette coloration n'empêche pas de juger les nuances les plus délicates aussi aisément qu'à la lumière du jour.

» Ainsi donc la magnésie doit être d'une grande pureté et surtout bien exempte de silice; après avoir subi les préparations que j'ai indiquées pour les briques, elle sera comprimée dans des matrices d'acier trempé, qui lui donneront la forme de crayons cylindriques de 4 à 5 centimètres de longueur. On peut également obtenir ces crayons par la voie humide; la magnésie fortement calcinée, et rendue pâteuse au moyen d'eau pure ou d'eau chargée d'acide borique, est tassée légèrement dans un tube de verre, d'où elle sort sous la forme d'un cylindre qu'on reçoit horizontalement sur une plaque de verre légèrement huilée. Le crayon, préalablement séché, est soumis à une forte cuisson et devient souvent plus résistant que les crayons obtenus par compression; l'acide borique ne donne pas de coloration sensible à la lumière de la magnésie ainsi préparée.

» Dans les premiers essais de lumière, le bâton était soutenu à la partie inférieure par un porte-crayon qui le fixait verticalement. Trois ou quatre petits tubes inclinés apportaient, à 2 millimètres environ de la magnésie, le mélange enflammé d'hydrogène et d'oxygène; mais sous l'influence de la haute température subie par le milieu du crayon, il arrivait souvent qu'après l'extinction, le bâton cassait un peu au-dessous de la partie chauffée. Il fallut renoncer à ce système et employer les crayons suspendus au moyen d'un support de fer; l'extrémité inférieure était alors léchée par les mélanges gazeux suivant une génératrice verticale, et la substance chauffée régulièrement ne se brisait plus après le refroidissement. On obtint ainsi une plus grande durée des crayons et une augmentation sensible de lumière.

» La grosseur du crayon destiné à devenir lumineux n'est pas indiffé-

rente; il doit exister en effet un certain rapport entre la masse à échauffer et la quantité de chaleur produite par une consommation déterminée du mélange des deux gaz. La théorie ne pouvant rien indiquer à cet égard, il a fallu procéder par tâtonnement. Les chiffres suivants donneront quelque précision à cette indication (1).

	DIAMÈTRE du crayon en millimètres.	HAUTEUR du crayon en millimètres.	QUANTITÉ de lumière obtenue comparée à celle du type prise pour unité.	OXYGÈNE.		GAZ.	
				Dépense en litres et par heure.	Pression en centimètres d'eau.	Dépense en litres et par heure.	Pression en centimètres d'eau.
Crayons comprimés......	8	40	5,0	80	7	70	6
	6	40	6,5	80	7	70	6
Crayons non comprimés	6	40	6,5	80	7	70	6
(voie humide).........	2	40	3,5	30	7	30	6

» Lorsqu'on remplace le gaz de l'éclairage par de l'hydrogène pur, on obtient une augmentation de lumière notable, et la consommation d'oxygène diminue considérablement (de près de la moitié), mais il y a un inconvénient que je signale plus loin.

» Admettons maintenant que l'oxygène puisse être obtenu au prix de 1 fr. 50 c. le mètre cube (prix de vente), on trouvera, d'après ce qui précède, que, à lumières égales et avec des crayons de 6 millimètres de diamètre, la lumière oxyhydrique coûterait environ la moitié du prix de l'éclairage au gaz ordinaire.

» Mais dans l'éclairage des villes et dans beaucoup d'autres cas où la dissémination de la lumière est indispensable, il serait nécessaire, pour se mettre dans de bonnes conditions économiques, de diminuer la consommation des gaz, et par suite la masse de magnésie à rendre incandescente. On

(1) Dans toutes mes expériences, j'ai pris pour unité photométrique la lumière du bec type papillon de la ville de Paris, dépensant 140 litres de gaz à l'heure sous une pression d'eau de 2 à 3 millimètres. La pression que j'indique pour les différents gaz a été obtenue constante au moyen de petits régulateurs secs très-peu dispendieux et fonctionnant très-bien, que M. Maldant a bien voulu mettre à ma disposition. Le volume des gaz consommés était enregistré par des compteurs ordinaires. L'appareil photométrique dont je me suis servi est de M. le Dr Bothe; il donne rapidement des indications très-exactes, même entre des mains peu habituées à ces sortes d'expériences.

arriverait ainsi à employer des bâtons de très-petit diamètre, trop fragiles alors pour les usages ordinaires. Cette difficulté a été vaincue en présentant à un jet unique des gaz mélangés la tranche du bâton de magnésie dont on a pu, grâce à cette modification, augmenter considérablement le diamètre. En inclinant légèrement la tranche du crayon par rapport au bec placé verticalement, on arrive à un mode d'éclairage qui serait, je crois, facilement et économiquement applicable dans bien des circonstances.

» Après avoir montré les avantages de l'éclairage magnésien, je dois en dire les défauts. Soumise à la chaleur intense produite par la combinaison de l'oxygène et du gaz, la terre la mieux préparée n'est pas absolument inusable; elle se nitrifie légèrement, défaut peu important, mais elle a de plus l'inconvénient de se volatiliser sensiblement; si bien qu'au bout d'un certain temps il se forme, à l'endroit où le jet de flamme la touche, une cavité préjudiciable à l'intensité de la lumière (1). Lorsque le gaz de l'éclairage est remplacé par l'hydrogène pur, l'usure est encore plus grande, et l'emploi de la magnésie, qui serait admissible dans le premier cas en remplaçant au bout de quelques jours les crayons détériorés, deviendrait impossible par l'emploi de l'hydrogène pur.

» Cette volatilité de la magnésie m'a conduit à chercher s'il n'existerait pas un autre corps capable de donner autant de lumière et de rester absolument fixe sous l'influence de l'énorme chaleur produite par la combustion des deux gaz. J'ai fait à ce sujet de nombreuses expériences que je communiquerai prochainement à l'Académie; mais je puis annoncer, dès aujourd'hui, que cette substance existe et remplit toutes les conditions exigées pour remplacer avantageusement la magnésie dans l'éclairage oxyhydrique. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la cristallisation des substances hémiédriques;* *par* **M. D. GERNEZ.**

« Dans le cours de ses brillantes recherches sur les relations qui existent entre les formes cristallines de certaines substances et leur pouvoir rotatoire, M. Pasteur reconnut, en 1851, que plusieurs composés, notamment le formiate de strontiane, inactifs à l'état de dissolution et cristallisant dans le système du prisme droit à base rhombe, présentaient les caractères de l'hémiédrie non superposable. Les solutions de ces corps abandonnent par

(1) Cette cavité est entourée de magnésie transportée, dont la cristallisation s'aperçoit facilement à l'œil nu.

évaporation ou par refroidissement deux espèces de cristaux : sur les uns les facettes hémiédriques sont orientées dans un certain sens, tandis que sur les autres, composés des mêmes faces, se coupant suivant les mêmes angles, ces facettes ont une orientation directement opposée et telle, qu'un cristal serait l'image de l'autre dans un miroir; en un mot, il y a des cristaux droits et des cristaux gauches de formiate de strontiane. Les solutions faites avec l'une ou l'autre de ces deux espèces de cristaux n'ont point d'action sur la lumière polarisée; elles présentent, du reste, cette particularité remarquable que les solutions de cristaux droits, par exemple, produisent les deux espèces de cristaux; il en est de même des cristaux gauches. De plus, on constate que, dans une même opération, il se dépose des quantités à peu près égales de cristaux de chaque espèce. Il semble donc naturel d'admettre que, dans une solution de formiate de strontiane, en même temps qu'il se forme un cristal droit, il y a production d'un cristal gauche par suite du dédoublement moléculaire de la substance. C'est ce point que je me suis proposé d'éclaircir, et j'ai eu pour cela recours aux solutions sursaturées.

» J'ai fait voir antérieurement que la plupart des sels peuvent être obtenus à l'état de solutions sursaturées et se conserver sans cristalliser dans des limites de température qui varient avec la concentration de la liqueur. Les solutions peu concentrées de formiate de strontiane dans l'eau se conservent facilement à la température ordinaire. On prépare une solution de ce genre en faisant bouillir dans un ballon, pendant quelques minutes, une solution saturée à froid; puis on incline le col du ballon pour empêcher l'accès des poussières cristallines du laboratoire, où l'on dissémine toujours plus ou moins la matière sur laquelle on expérimente. Si l'on introduit alors, à l'aide d'une tige métallique, une parcelle détachée d'un cristal droit, par exemple, on voit bientôt apparaître des cristaux qui grossissent peu à peu. Quand ils ont cessé de grossir, on décante l'eau mère, on examine ces cristaux l'un après l'autre, et l'on trouve que tous sont droits. Il ne m'est pas arrivé, dans une vingtaine d'opérations de ce genre, de trouver un seul cristal gauche. La parcelle cristalline introduite détermine donc l'orientation de toutes les molécules qui se déposent successivement les unes sur les autres. En évaporant l'eau mère, on a une solution sursaturée dans laquelle on peut déterminer de la même manière le dépôt de cristaux droits, et, en répétant un petit nombre de fois cette opération, on arrive à transformer en cristaux droits toute la matière dissoute. Vient-on à redissoudre ces cristaux et à toucher la solution sursaturée avec une parcelle détachée

d'un cristal gauche, tous les cristaux qui se déposent sont gauches; il en est de même de ceux qu'on obtient en concentrant la solution et la touchant de nouveau, de sorte que le liquide donne uniquement, jusqu'à la dernière goutte, des cristaux gauches que l'on peut entièrement transformer en droits si l'on renouvelle les opérations précédentes. On a ainsi à volonté l'une ou l'autre des deux espèces de cristaux.

» Outre les substances analogues au formiate de strontiane, il en existe d'autres, comme le chlorate de soude, qui appartiennent au système cubique et se rencontrent sous forme de solides dissymétriques, par suite de l'existence dans ces cristaux d'une hémiédrie à deux degrés. Les solutions de chlorate de soude, inactives comme celles de formiate de strontiane, abandonnent par évaporation ou refroidissement des poids à peu près égaux de cristaux des deux espèces, qui, redissous isolément, donnent encore un mélange de cristaux droits et gauches. Mais, tandis que l'existence des facettes hémiédriques est facile à constater dans le formiate de strontiane, elle est le plus souvent impossible à retrouver sur les cristaux de chlorate de soude. Seulement ces cristaux, comme l'a reconnu M. Marbach en 1855, agissent sur la lumière polarisée, et la direction de cette action est en rapport avec le sens de l'hémiédrie; le sens de la rotation du plan de polarisation indiquera par conséquent celui de l'orientation moléculaire du cristal. Les cristaux de chlorate présentent toujours des faces parallèles, de sorte que cette détermination ne souffre aucune difficulté, surtout si l'on fait usage d'une source lumineuse très-intense. Avec la lumière de Drummond et deux prismes de Nichol comme analyseur et polariseur, on peut aisément distinguer le sens de la rotation de cristaux qui n'ont pas plus d'un millimètre d'épaisseur. En employant des solutions sursaturées de chlorate de soude, j'ai pu, par le contact d'une parcelle d'un cristal droit, n'obtenir absolument que des cristaux droits et pousser l'opération jusqu'à la cristallisation de tout le liquide. Ces cristaux droits ont été, par le même procédé, transformés totalement en cristaux gauches, avec lesquels on a pu de nouveau ne faire que des cristaux droits, sans que jamais il se soit déposé un seul cristal d'une autre espèce que celui qui avait été semé dans le liquide.

» Il résulte de ces expériences que, dans les solutions inactives des corps qui présentent l'hémiédrie non superposable, la production d'un cristal droit ne détermine pas nécessairement le dépôt d'un cristal gauche, et que la présence d'un parcelle si petite qu'elle soit d'un cristal d'une des deux espèces détermine la direction suivant laquelle s'orienteront, en prenant

l'état solide, les molécules de la matière dissoute. On comprend, du reste, que dans une solution abandonnée à elle-même il se dépose, aux points où la température est suffisamment abaissée, des cristaux indifféremment droits ou gauches qui deviennent des centres de cristallisation.

» Ces expériences confirment les résultats que j'ai fait connaître antérieurement sur la cristallisation des solutions sursaturées; elles ont été exécutées à l'École Normale, au laboratoire de M. H. Sainte-Claire Deville. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur un cas de monœcie accidentelle du* Cœlebogyne. Note de **M. H. Baillon**, présentée par M. Duchartre.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie des rameaux monoïques du *Cœlebogyne ilicifolia* Sm. Ces rameaux portent, à la fois, des fleurs femelles, des fruits mûrs et entiers, des fruits qui se sont ouverts pour laisser échapper des graines parfaitement conformées, et, dans la partie supérieure, des milliers de fleurs mâles dont les étamines sont pleines de pollen. Ces échantillons font partie d'une collection d'Euphorbiacées australiennes qui m'ont été envoyées pour être déterminées, par M. F. Mueller, de Melbourne. Il convient de noter qu'ils ont été recueillis à Rockhampton, à l'état sauvage, c'est-à-dire dans les conditions les moins favorables à la production de semblables anomalies.

» Le peu de valeur du genre *Cœlebogyne*, et ce qu'on savait de la fréquence de ces anomalies dans les autres espèces des genres auxquels on a dû le rapporter (*Cladodes*, *Alchornea*, *Aparisthmium*), nous avaient conduit à annoncer qu'on trouverait probablement tôt ou tard, dans cette plante, des exemples d'hermaphroditisme ou de monœcie. La prédiction s'était déjà réalisée pour les fleurs hermaphrodites. Aujourd'hui l'existence, matériellement démontrée, de fleurs accidentellement monoïques, porte le dernier coup à la doctrine de la *Parthénogénèse*, dont le *Cœlebogyne* était, suivant l'expression de M. Duchartre, « le dernier point d'appui, bien » faible du reste, » parmi les végétaux phanérogames. »

GÉOLOGIE. — *Sur une éruption volcanique, arrivée à Couchagua le 23 février dernier*. Note de **M. Ramon de la Sagra**.

« Les phénomènes physiques qui se succèdent dans l'isthme de l'Amérique centrale démontrent qu'un grand travail souterrain s'opère dans cette région des volcans. J'ai eu l'honneur de donner connaissance à l'Académie,

le 9 mars dernier, du soulèvement d'un cône de 100 pieds de hauteur, avec une éruption abondante de sable, dans une plaine de l'État de Nicaragua. A ce sujet, M. Elie de Beaumont rappela l'éruption subite du volcan de Cosiguina situé dans l'entrée de la baie de Fonseca, sur l'océan Pacifique.

» Je viens de recevoir des nouvelles de l'éruption d'un autre volcan, dans la montagne de Conchagua de 1200 mètres d'élévation, qui se trouve placée en face de celle de Cosiguina, sur l'autre des deux pointes qui forment l'entrée de la grande baie nommée, au milieu de laquelle le pic volcanique de l'île du Tigre lance déjà dans l'espace ses colonnes de flamme et de fumée.

» L'éruption de Conchagua a eu lieu le 23 février dernier, à 7 heures du matin, mais elle avait été précédée de fortes secousses et de tremblements réitérés, depuis le 11, avec une telle fréquence, que, dans la seule journée du 16, on en compta 115. Depuis le 12, la direction des secousses et des bruits souterrains fit soupçonner aux habitants effrayés du port de l'Union que quelque chose d'extraordinaire se passait dans la montagne de Conchagua, et le gouverneur envoya une Commission qui ne resta que quatre heures. Ce temps a été suffisant, cependant, pour constater le travail intérieur qui s'opérait sur le flanc aux deux tiers de sa hauteur, et qui produisait, chaque vingt minutes à peu près, des détachements violents d'énormes blocs de pierre, roulant avec fracas au milieu de nuages de cendres et de poussière jaune. L'éruption complète n'a eu lieu, comme je l'ai dit, que le 23 février matin et elle continuait au départ du courrier le 21 mars.

» En jetant les yeux sur la carte de l'Amérique, on voit clairement que les deux volcans qui flanquent maintenant l'entrée de la baie de Fonseca, reliés probablement par celui de l'île du Tigre, forment la suite de la chaîne volcanique qui, partant du nord, dans le Mexique, traverse dans la direction du nord-ouest au sud-est l'État de San-Salvador, qui compte onze cratères importants, dont ceux de San-Miguel et de Izalco se sont montrés plus violents pendant les récentes secousses que je viens de décrire. La série se prolonge, dans l'État de Nicaragua, par les volcans el Viejo, Zelica, Monstombo et d'autres, pour reparaître plus loin, sur les crêtes élevées des Andes au Pérou.

» Les habitants de l'Union sont sortis d'une grande frayeur, car pendant les incessantes secousses du 11 au 23, ils craignaient d'en être victimes, ne pouvant rejeter de leur imagination les souvenirs terribles de la des-

truction des villes de San-Salvador en 1854 et celle de Caracas de 1812. L'ouverture du nouveau volcan de Conchagua en est considérée comme une garantie pour l'avenir, car l'expérience des siècles a constaté que les tremblements de terre n'ont pas de suites funestes à côté de pareilles soupapes de sureté.

» Quant à la grande baie de Fonseca, si les deux volcans situés des deux côtés de son entrée persistent en activité, elle possédera les deux plus magnifiques phares du monde, dont les flammes permanentes feront pâlir toutes les lumières d'invention humaine. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur une mule mère, observée à Mont-de-Marsan.* Note de M. RAMON DE LA SAGRA.

« Dans la dernière séance de la Société impériale d'Acclimatation, on a communiqué un fait curieux arrivé à Mont-de-Marsan; c'est celui d'une mule de douze ans, qui a mis bas un produit du sexe masculin, né à terme et parfaitement constitué. La mère donne du lait : le poulain tette; mais la mère manifeste une indifférence profonde pour son petit, et ne montre pas la moindre inquiétude lorsqu'il est éloigné d'elle.

» Le fait principal que je viens de signaler n'est pas unique : on peut citer des cas semblables. La physiologie pourrait même expliquer cette déviation extraordinaire de la loi normale.

» Quant au fait accessoire ou secondaire, savoir celui de l'indifférence de la mère pour son petit, fait qui paraît être constant dans tous les cas pareils, il me semble digne de fixer l'attention des savants.

» En effet, on sait que l'amour maternel est un des instincts qu'on doit ranger dans la catégorie de ceux qui sont destinés à la conservation de l'espèce : mais les instincts apparaissent d'une manière indépendante de l'intelligence, dans les diverses espèces et en rapport constant avec leurs besoins respectifs. G. Cuvier et Flourens considéraient les instincts en général comme des modes d'activité distincte et spéciale de certaines parties des centres nerveux; c'était dire assez clairement qu'ils sont organiques. Un physiologiste éminent de nos jours, M. Vulpian, dit que les actes instinctifs sont innés en eux-mêmes. En accordant cela, nous voudrions ajouter que, tout en étant innés, les instincts ne se montrent qu'au moment du besoin. Nous dirons donc que les organes, centres nerveux si l'on veut, sont préparés d'avance; la fonction naturelle arrive; l'instinct apparaît. Tel est l'instinct de l'amour maternel chez les femelles des animaux : elles possèdent

l'organisme convenable pour le produire, aussi la passion se montre tout de suite après l'accouchement.

» Dans le cas actuel, on ne pourra pas récuser à la mule toutes les conditions physiques ou organiques d'une femelle mère : elle a conçu, elle a mis bas, elle a allaité. Pourquoi l'instinct maternel ne s'est-il point développé? Je crois que la physiologie ne saurait pas répondre, car, à mon avis, il faut en chercher la cause spéciale plus loin, ou bien *plus haut*. On la trouvera probablement dans la puissance générale et ordinatrice qui a établi les instincts; car nous ne pouvons pas confondre l'*acte organique* de leur manifestation, avec le *but* qu'ils vont atteindre. Chez les mères ordinaires, ce *but suprême* est la conservation de l'espèce, but nécessaire atteint par des moyens admirables de haute prévision et de surprenante harmonie. Dans le cas de la mule, un tel but n'était pas à atteindre, car la mère ne formant pas partie d'une espèce permanente, l'amour maternel ne devenait point nécessaire; il serait en opposition avec le principe ou la loi qui frappe l'existence éphémère des produits hybridiques. Nonobstant, l'organisme maternel était là, tout complet, tout disposé à faire surgir la passion conservatrice : quoi, ou plutôt *qui* l'a empêchée d'apparaître? »

PHYSIOLOGIE. — *De l'origine et du développement des bactéries; par* **MM. A. Béchamp** *et* **A. Estor.**

M. Béchamp écrit à l'Académie pour demander l'ouverture d'un pli cacheté, déposé par M. Estor et par lui au mois de mars dernier. Ce pli, ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel, contient la Note suivante :

« MM. Dusch et Schrœder ont vu se conserver sans altération des matières putrescibles diverses, à condition que l'air qui les environne ait préalablement traversé une longue colonne de coton. Une exception s'est présentée : la viande chauffée au bain-marie se putréfie.

» M. Béchamp, dans ses recherches sur la génération spontanée, a vu se conserver sans altération les substances les plus putrescibles, en y ajoutant une trace de créosote. Pourtant la créosote ne modifie en rien l'action des ferments organisés qui auraient pu se développer. Deux exceptions se sont présentées.

» En 1865, il écrivait : « La craie et le lait contiennent des êtres vivants
» déjà développés, fait qui, observé en lui-même, est prouvé par cet autre
» fait, que la créosote, employée à dose non coagulante, n'empêche pas le
» lait de se cailler plus tard, ni la craie de transformer, sans secours étran-

» ger, le sucre et la fécule en alcool, acide acétique, acide lactique et acide
» butyrique (1). »

» Le 7 février 1867, il a préparé de l'empois avec 50 grammes de fécule et 1000 grammes d'eau. L'empois a été maintenu en ébullition pendant une demi-heure. Il y introduisit alors 100 grammes de viande fraîche de mouton, tandis que l'empois était en pleine ébullition. Le lendemain, bien que toute la surface de la viande fût coagulée, l'empois commençait à se liquéfier. Le 9 février, toute la masse était fluidifiée; un mélange d'hydrogène et d'acide carbonique commençait à se dégager. Toute la masse était remplie de petites bactéries et de longs bâtonnets mouvants, ainsi que de granulations diverses. Il n'y a pas de différence lorsque la viande est préalablement hachée à l'air, non lavée, et qu'on l'introduit dans l'empois refroidi. Avec la viande de chien on obtient les mêmes résultats.

» Si, dans l'expérience du 7 février, on remplace la fécule par du sucre de canne, toutes les autres conditions restant les mêmes, on ne voit que de toutes petites bactéries et un plus grand nombre de granulations. Et il en est encore de même si, dans toutes ces expériences, on introduit de la créosote à dose non coagulante dans le mélange.

» Comment expliquer ces résultats exceptionnels, sinon par la présence dans les muscles de l'animal vivant, non-seulement de germes, mais encore de bactéries à un degré inférieur de développement?

» Les expériences récentes que nous avons entreprises sur les microzymas du foie confirment les prévisions annoncées par les faits précédents. De plus, nous pensons qu'il nous a été permis de saisir les divers degrés de développement des bactéries. Dans les cellules de tous les foies normaux examinés (chien, lapin, souris, oiseaux, etc.), il existe un nombre infini de microzymas; au moment de la mort, ces microzymas sont tous indépendants; quelque temps après, plus ou moins, suivant des conditions qui seront spécifiées tout à l'heure, ces microzymas paraissent associés sous forme de chapelet; plus tard, les granulations s'allongent de manière à présenter un grand et un petit diamètre; bientôt ces caractères s'accentuent encore davantage : on a affaire à de véritables bactéries typiques. Dans certains liquides on trouve, à côté l'une de l'autre, ces diverses formes. C'est ce que démontrent les expériences suivantes.

A. — *Foies abandonnés à l'air libre ou dans l'eau, soit ordinaire, soit créosotée.*

» *Expérience I.* — Le 3 février 1868, un foie de fœtus à terme est aban-

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique;* Lettre à M. Dumas (1865).

donné à l'air libre, dans une capsule pleine d'eau ordinaire qu'on renouvelle de temps en temps. Pendant douze jours, ce foie se conserve, sans présenter la moindre odeur de putréfaction; alors, seulement, cette odeur commence à se développer et va en augmentant. Le seizième jour, il est incisé et examiné au microscope (obj. 7 de Nachet); on rencontre un grand nombre de microzymas libres et normaux : il n'y a pas une bactérie.

» *Expérience II.* — Le 15 janvier 1868, une certaine quantité de pulpe de foie de lapin est abandonnée à l'air libre; vingt-quatre heures et quarante-huit heures après, on trouve les microzymas à l'état normal : il n'y a pas une bactérie.

» *Expérience III.* — Le 17 janvier, on abandonne une certaine quantité de cellules du foie d'un lapin en digestion dans de l'eau distillée créosotée, laissée au contact de l'air. Le 30 janvier, l'examen microscopique montre des débris de cellules, des microzymas libres ou en chapelet, mais pas une bactérie.

» *Expérience IV.* — Le 24 janvier, même expérience, même résultat.

» *Expérience V.* — Le 7 février, on place un fragment entier de foie de lapin à jeun dans de l'eau distillée créosotée. Le lendemain, on ne découvre que des microzymas nombreux et doués d'un mouvement très-vif : il n'y a pas une bactérie. Le 9, même observation. Le 12, les bactéries commencent à apparaître.

» *Expérience VI.* — Le 19 mars, le foie entier d'une souris étranglée la nuit précédente, dans une souricière, est placé dans un flacon contenant de l'eau distillée et créosotée. L'examen n'est fait que quarante-huit heures après : il nous paraît très-instructif. On trouve des microzymas isolés, d'autres associés en chapelet; on voit des microzymas présentant un grand et un petit diamètre, qui progressent à la manière des bactéries; enfin, on voit aussi des bactéries véritables. Beaucoup sont associées par groupes de deux ou trois. Il est impossible de ne pas considérer ces diverses formes comme les diverses phases du développement des bactéries.

B. — *Foies placés dans une solution créosotée de sucre de canne.*

» *Expérience VII.* — Le 15 janvier (1), on place un fragment de foie de lapin dans une solution de sucre de canne créosotée (2 grammes de sucre

(1) Les expériences qui portent la même date ont été faites avec des portions du même organe, dans les trois séries d'expériences.

pour 50 grammes d'eau). Vingt-quatre heures après, on trouve dans la solution de nombreux microzymas et quelques bactéries. Le 18, le centre du fragment est examiné : on voit beaucoup de granulations associées en chapelet; il n'y a pas encore de bactéries. Le 19, les granulations en chapelet s'allongent un peu, sans avoir encore la forme et l'étendue des bactéries.

» *Expérience VIII.* — Le 17 janvier, de la pulpe de foie est placée dans un flacon contenant une solution de sucre de canne; le 18, granulations associées, pas de bactéries; celles-ci apparaissent le 20.

» Un grand nombre d'expériences analogues ont été faites : elles démontrent toutes que les bactéries apparaissent dans la solution sucrée beaucoup plus tôt que dans l'eau, avec ou sans créosote.

C. — *Foies placés dans l'empois d'amidon créosoté.*

» *Expérience IX.* — Le 15 janvier, on met un fragment du foie d'un lapin dans de l'empois créosoté. Vingt-quatre heures après, l'intérieur du fragment est examiné; on y trouve, avec des microzymas nombreux, des bactéries nombreuses et volumineuses. Cette expérience est souvent répétée avec des résultats analogues.

» *Expérience X.* — On place deux fragments de foie de chien dans de l'empois bouillant créosoté; pendant que l'ébullition continue, on remplit complétement la fiole avec de l'eau distillée bouillante, on bouche sans laisser d'air, avec un bouchon porté à 100 degrés dans l'eau bouillante; on refroidit et on place à l'étuve. Vingt-quatre heures après, on prend un des fragments, on l'incise, et dans la partie profonde de l'incision, on racle la substance du foie et on l'examine au microscope : on aperçoit, à part des microzymas, des bactéries assez nombreuses et très-bien conformées.

» Dans toutes les expériences analogues et qu'il serait trop long de reproduire, nous avons toujours vu l'empois favoriser au plus haut degré la rapide transformation des microzymas en bactéries.

» De ces expériences, nous concluons :

» 1° Il existe dans toutes les cellules animales que nous avons examinées des granulations normales, constantes, nécessaires, analogues à ce que M. Béchamp a nommé *microzyma*. Nous avons surtout étudié celles du foie.

» 2° A l'état physiologique, ces microzymas conservent la forme apparente d'une sphère.

» 3° En dehors de l'économie, sans l'intervention d'aucun germe étran-

ger, les microzymas perdent leur forme normale; ils commencent par s'associer en chapelet, ce dont on a fait un genre à part sous le nom de *torula;* plus tard ils s'allongent de manière à représenter des bactéries isolées ou associées.

» 4° Ces faits ont une importance considérable en pathologie : ils doivent faire admettre que dans les cas où des bactéries ont été notées dans le sang, il ne s'agit pas d'un fait de parasitisme ordinaire, mais bien du développement anormal d'organismes constants et normaux. Les bactéries, loin d'être la cause de la maladie, en sont d'abord, au contraire, l'effet. »

A ces détails, la Lettre actuelle de M. Béchamp ajoute :

« Il est utile de dire que ces expériences, nous les avons toutes répétées avec la préoccupation constante que les bactéries pourraient avoir pour origine des germes venus de l'air. Or, en prenant toutes les précautions qui ont été recommandées dans les expériences sur la génération spontanée, nous n'en avons pas moins vu apparaître les mêmes formes organisées. Voici d'ailleurs une circonstance qui nous a convaincus que les bactéries ne viennent pas du dehors : dans un grand nombre d'essais, ces bactéries ont apparu dans le centre des foies avant d'être visibles dans le liquide ambiant. De plus, si, comme nous l'avons mentionné dans notre précédente Note (1), les granulations moléculaires, ou microzymas, sont universellement contenues dans toutes les cellules, tant végétales qu'animales, il était intéressant de s'assurer que dans divers organes ces microzymas sont également le premier degré du développement des bactéries ou d'organismes microscopiques voisins. Or, des reins, des pancréas, des rates, placés dans les mêmes conditions, mais habituellement plus lentement, finissent par laisser apparaître des bactéries dans leur centre, alors que le liquide qui les entoure n'en contient pas encore. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Expériences agricoles exécutées à Montrabech, près Lézignan (Aude), sur la fabrication des vins faits à l'abri du contact de l'air; par* **M. L. de Martin.** (Extrait.)

« Les soutirages des vins faits à l'abri du contact de l'air, ainsi que de ceux faits à la mode ordinaire, tant dans le chaix de l'exploitation agricole que dans la cave d'expériences, sont complétement terminés, et les obser-

(1) *Comptes rendus* de la séance du 2 mars 1868.

vations que nous avons pu faire nous ont paru assez curieuses pour que nous ayons cru devoir les publier dans l'intérêt des viticulteurs, quoiqu'il y ait encore des résultats incomplétement acquis dans leurs détails pratiques, et dont nous approfondirons plus tard la valeur et l'importance.

» A. — *Cave de l'exploitation agricole.* — Neuf appareils ont été placés en septembre 1867 (1), sur des tonneaux dont le plus petit contenait 125 hectolitres, et le plus grand 270.

» L'appareil, volontairement abandonné au domaine public, consiste en un tube de zinc, fer-blanc ou cuivre, mastiqué d'une part avec du suif au trou de bonde du foudre, et aboutissant de l'autre dans un vase quelconque contenant une certaine quantité d'eau dans laquelle il ne plonge que de 5 centimètres environ. Un tube de caoutchouc de 3 centimètres de diamètre, comme les tuyaux métalliques, mais terminé des deux bouts par un petit ajutage en métal, atteindrait le même but.

» La vendange a été recueillie et foulée du 17 septembre au 21 octobre. La durée du cuvage sous les appareils a été, en moyenne, de 18 jours (minimum 16, maximum 20). Les décuvaisons se sont faites du 4 au 21 octobre. Les appareils étaient replacés sur les tonneaux, au fur et à mesure que ceux-ci étaient remplis de vin. Ils n'ont été enlevés qu'en mars 1868, après les premiers effets des grands froids, époque à laquelle les soutirages de la cave agricole ont été opérés.

» Les vins possédaient alors toutes les qualités que nous avions reconnues déjà aux vins faits en 1865 et 1866, et dont nous avons résumé l'ensemble dans notre Lettre du mois d'août 1867, *Sur la fabrication des vins à l'abri du contact de l'air* (2). Les vins faits par ce dernier procédé avaient plus de couleur, plus d'arome, plus d'alcool, plus de limpidité et de brillant, etc. Les dépôts formés étaient très-nettement circonscrits, très-épais et moins mélangeables à la masse du liquide que ceux des vins faits à la mode ordinaire. Il y avait plus d'adhérence entre les diverses molécules de ces dépôts, dont la dissémination par le mouvement était plus difficile. Ces vins ont été classés au premier rang parmi tous les autres foudres de l'exploitation agricole.

» Une remarque intéressante est la suivante :

» Une partie assez considérable de vin (150 hectolitres), faite à l'abri de l'air, fut soutirée, au décuvage en octobre 1867, dans un tonneau qu'elle ne

(1) En 1865 on avait opéré sur 125 hectolitres, et en 1866, sur 180 hectolitres.

(2) Montpellier, Coulet éditeur.

put remplir. Alors, pour ne pas la mélanger avec du vin fait à la mode ordinaire, il fallut la transvaser dans un autre foudre plus petit, placé dans le même chaix, mais à une distance assez considérable (51 mètres). On se servit, comme d'habitude, de tuyaux métalliques mobiles, s'ajustant les uns sur les autres; mais nous avions recommandé de les faire déboucher au fond du réservoir de la pompe mobile chargée d'élever le vin jusque dans le tonneau. Le vin, s'écoulant du récipient à vider, venait directement se déverser sous le liquide du réservoir de la pompe, sans avoir le contact de l'air, et sans s'être brisé en nappe au milieu de l'air, ou des germes qu'il tient en suspension, condition très-favorable surtout pour l'avenir. Au soutirage, ce vin a été reconnu supérieur aux vins qui se sont trouvés dans des conditions identiques de remaniement, et pour lesquels on n'avait pas pris les mêmes précautions.

» B. — *Cave d'expériences.* — De tous les vins faits à l'abri de l'air, ainsi que de ceux qu'on leur comparait et qui étaient faits à la mode ordinaire, il était mis de côté une barrique de 5 hectolitres environ, placée dès lors dans la *cave d'expériences,* cave spécialement destinée à surveiller la marche des vins et leur mode de formation, etc.

» Les appareils pour des récipients de 5 à 10 hectolitres sont tout simplement des tubes de verre de 1 centimètre de diamètre, recourbés en forme d'S, et dont la branche horizontale de l'U regardant en haut contient une quantité d'eau suffisante pour fermer la communication des deux branches verticales. On les fixe sur le bouchon qui doit obturer le trou de la bonde, et on mastique avec du suif. Ces tubes constituent un appareil de sûreté, une bonde hydraulique dont l'usage est vulgaire en chimie; les gaz sortant de la barrique compriment, de dedans en dehors, et de haut en bas, la petite colonne qu'ils traversent ensuite pour se dégager dans l'atmosphère; la pression cessant, l'eau joue le rôle de bouchon mobile, revient sur elle-même à son niveau primitif, et obture les tubes comme auparavant.

» Le vin de neuf barriques-types avait été fait à l'abri de l'air, une seule fut conservée sans appareil de verre. Or, ce vin, produit à peu de chose près avec les mêmes cépages et dans les mêmes conditions premières de cuvage, a été trouvé le plus défectueux de ceux qui avaient été faits à l'abri du contact de l'air. Il semblerait résulter de là qu'il ne suffit pas de fabriquer les vins à l'abri de l'air, mais qu'il faut aussi s'arranger pour que leur conservation s'opère également à l'abri de l'atmosphère.

» C. — A Montrabech, on ne s'est pas contenté en 1867 d'étudier la fabrication des vins dans les foudres et les barriques, on a mis des types des diffé-

rents vins de la cave commune dans des dames-jeannes de 15 litres, que l'on a placées au nombre d'une quarantaine environ, à l'abri de la lumière, dans la même cave d'expériences que les barriques. Grâce à leur transparence, on pouvait examiner ce qui s'était passé dans leur intérieur.

» Les vins étaient transvasés, sans remuer les dames-jeannes, à l'aide d'un siphon de verre ou de caoutchouc. Nous avons remarqué : 1° que le vin était clair jusqu'au fond et qu'il avait peu déposé sur les parois latérales; 2° que les dépôts étaient formés de deux parties entre lesquelles était une couche liquide un peu trouble, ce qui pouvait tenir aux mouvements de la couche supérieure des dépôts par suite du départ du liquide.

» Chacun sait que les grandes bouteilles de verre ont leur fond relevé en cône. Ce dernier a été le noyau d'une première espèce de dépôt, rayonnant irrégulièrement du centre à la circonférence, lequel a formé une couche solide, dure, résistante, et ramenant le fond du tambour à la hauteur du sommet de ce cône.

» Une deuxième espèce de dépôt pulvérulent, arénacé et à molécules adhérentes les unes aux autres, analogue aux dépôts généralement observés, mais franchement limité, s'était amassé au fond du récipient.

» Entre cette seconde couche et la zone-plaque supérieure était située une certaine quantité de liquide qui ne fut troublée que par les changements de position des dépôts solides, alors que l'instrument transvaseur aspirait le vin en contact avec ceux-ci.

» La pellicule solide était épaisse de 2 à 3 millimètres : nous avons dû la briser pour la retirer de l'intérieur des dames-jeannes.

» Suivant nous, ce fait de l'abondance et de la rapidité de la production des dépôts formés dans les vins fabriqués à l'abri de l'air, fait que depuis 1865 nous avons remarqué dans les vins préparés suivant ce procédé, est de la plus haute importance pour les pays vinicoles. Dans les tonneaux ou les barriques, on ne peut apercevoir leur formation plus active; mais dans les récipients de verre, conservés dans l'obscurité pour éviter l'action de la lumière, on pourra en étudier les diverses phases.

» Il résulte de cette remarque que les vins faits à l'abri de l'air seront d'une conservation plus facile, puisque, déjà dans le premier soutirage, ils ont perdu une grande partie des matières étrangères ou nuisibles à leur future intégrité. Il suffira de quelques soutirages bien entendus et opérés à propos, pour que les vins ainsi fabriqués soient plus vite admissibles dans la consommation immédiate.

» Nous appelons de tous nos vœux les recherches faites sur ce même

sujet, car, pour le Midi, il y a une grande importance à assurer aux vins de toutes qualités et de toute valeur une conservation plus facile et à leur donner un débouché plus certain. »

M. Grimaud, de Caux, demande et obtient l'autorisation de retirer du Secrétariat les pièces qui se rapportent à son travail sur l'isthme de Corinthe.

M. Callaud fait savoir à l'Académie que sa pile, employée en mer par M. Foucaut, a fonctionné d'une manière parfaitement satisfaisante. Cette pile étant composée de deux liquides superposés par ordre de densités, elle semblait devoir être influencée par les mouvements des vagues; l'expérience a prouvé que ces craintes n'étaient nullement justifiées.

M. Callaud annonce en outre à l'Académie que dans la matinée du 3 mai, de 9 à 10 heures, il a observé un brouillard sec, très-intense et obscurcissant l'éclat du soleil (1), qui a couvert l'horizon; ce brouillard lui a paru se porter du sud au nord.

A 4 heures, l'Académie se forme en comité secret.

---

(1) L'obscurcissement de la lumière solaire a été parfaitement sensible à Paris, le lundi 4 mai, pendant deux heures environ.

COMITÉ SECRET.

La Section de Chimie présente, par l'organe de son doyen, **M. E. Chevreul**, la liste suivante de candidats à la place vacante dans cette Section par suite de la nomination de *M. Dumas* aux fonctions de Secrétaire perpétuel :

En première ligne. . . . . . . **M. Berthelot.**

En deuxième ligne. . . . . . . **M. Cahours.**

En troisième ligne, ex æquo, *et par ordre alphabétique*. . **M. Cloëz.** **M. Debray.** **M. Friedel.** **M. Troost.**

En quatrième ligne, ex æquo, *et par ordre alphabétique*. . **M. Bouis.** **M. Caron.** **M. Gautier.** **M. Lamy.** **M. Leblanc.** **M. de Luynes.** **M. Schützenberger.**

La séance est levée à 6 heures. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 27 avril 1868, les ouvrages dont les titres suivent :

Études statistiques sur les résultats de la chirurgie conservatrice, comparés à ceux des résections et des amputations, etc.; *par* M. E. Spillmann. Paris, 1868; br. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Botanique cryptogamique ou Histoire des familles naturelles des plantes inférieures; *par* M. J. Payer, Membre de l'Institut; 2e édition, revue et annotée par M. H. Baillon. Paris, 1868; grand in-8° avec figures.

Recherches sur le foehn du 23 *septembre* 1866 *en Suisse; par* M. L. Dufour. Lausanne, 1868; 1 vol. in-8° avec planches. (Extrait du *Bulletin de la Société vaudoise des Sciences naturelles.*)

Les eaux de Baréges sont sédatives de la circulation; par M. le Dr ARMIEUX. Toulouse, 1868; br. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Mémoires de la Société d'Agriculture, Sciences, Belles-Lettres et Arts d'Orléans, 2e série, t. XI, n° 2, 1868, 2e trimestre. Orléans, 1868; in-8°.

Archives néerlandaises des sciences exactes et naturelles publiées par la Société hollandaise des Sciences à Harlem, et rédigées par M. E.-H. VON BAUMHAUER, 3e, 4e, 5e livraisons, t. II. La Haye, 1867; in-8° avec planches.

Proceedings... *Procès-verbaux de l'Institution royale britannique*, nos 45, 46. Londres, 1867; 2 brochures in-8°.

Osservazioni... *Observations par le professeur* ZANTEDESCHI. Venise, 1868; br. in-8°.

Analisi... *Analyse et rectification de quelques hypothèses et de quelques expériences relatives à l'électrostatique.* Rome, 1866; in-4°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 4 mai 1868, les ouvrages dont les titres suivent :

Gouvernement général de l'Algérie. — Tableau de la situation des établissements français dans l'Algérie, 1865-1866. Paris, 1868; 1 vol. in-folio.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de M. le Ministre de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux publics, t. LXI. Paris, 1868; in-4° avec planches.

Côtes du Brésil, Rio de la Plata, république du Paraguay. — Cartes dressées d'après les travaux exécutés sur les avisos à vapeur le Bisson, le d'Entrecasteaux *et* le Lamotte-Piquet, t. II : *côte nord du Brésil; par* M. E. MOUCHEZ. Paris, 1868; atlas grand aigle.

Nouveau Dictionnaire de Médecine et de Chirurgie pratiques, t. VIII, CLAV-COMP. Paris, 1868; 1 vol. in-8° avec figures.

Climat; par M. J. ROCHARD. Paris, 1868; 1 vol. in-8°. (Extrait du tome VIII du *Nouveau Dictionnaire de Médecine et de Chirurgie pratiques.*) (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Sur un nouveau système de régulateurs à ailettes; par M. F.-P. LE ROUX. Paris, 1868; br. in-8°.

Les machines magnéto-électriques françaises et l'application de l'électricité à l'éclairage des phares; par M. F.-P. LE ROUX. Paris, 1868; in-4°.

Recherches sur le sperme des vieillards; par M. A. DIEU. Paris, sans date; br. in-8°. (Adressé pour le concours du prix Godart.)

La réforme séricicole; par M. F. ACHARD. Paris, 1866; brochure grand in-8°.

Société d'horticulture de la Gironde. — Exposition des produits de l'horticulture et session du Congrès pomologique de France, à Bordeaux en septembre 1868. Bordeaux, 1868; br. in-8°.

Les quadrupèdes n'appartiennent pas toujours au même âge géologique que le terrain où ils sont enfouis; par M. A. GAUDRY. Paris, sans date; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société Géologique de France.*)

Calendrier perpétuel, ou le Calendrier des calendriers depuis l'an 660 *avant* J.-C. *jusqu'à la fin des siècles; par* M. A. DUPUY jeune. Sans lieu ni date; in-4°.

Recherches expérimentales sur une nouvelle fonction du foie consistant dans la séparation de la cholestérine du sang et son élimination sous forme de stercorine; par M. AUSTIN FLINT fils. Paris, 1868; in-8°. (Présenté par M. Ch. Robin pour le concours des prix de Médecine et de Chirurgie, 1868.)

Indicateur de Maine-et-Loire, ou Indication par communes de ce que chacune d'elles renferme; par M. P.-A. MILLET DE LA TURTAUDIÈRE. Angers, 1861; 2 vol. in-8° avec atlas de 86 planches. (Présenté par M. Milne Edwards.)

Souvenirs d'une exploration scientifique dans le nord de l'Afrique. — II : *Études géologique et paléontologique des hauts plateaux de l'Atlas entre Boghar et Tiharet; par* M. J.-R. BOURGUIGNAT. Paris, 1868; in-4° avec planches. (Présenté par M. Milne Edwards.)

Observations sur quelques mammifères du nord de la Chine; par M. Alph. Milne EDWARDS. Paris, sans date; opuscule in-8°. (Extrait des *Annales des Sciences naturelles.*)

Note sur une nouvelle espèce du genre Nycticebus *provenant de Siam et de Cochinchine; par* M. Alph. Milne EDWARDS. Paris, sans date; in-8° avec planches. (Extrait des *Nouvelles Archives du Muséum.*)

Recherches anatomiques et paléontologiques pour servir à l'histoire des oiseaux fossiles de la France; par M. Alph. Milne EDWARDS, liv. 15 à 17. Paris, 1868; in-4° texte et planches. (Ces trois derniers ouvrages sont présentés par M. Milne Edwards.)

Résumé de mes recherches sur l'aciération; par M. C.-E. JULLIEN. Paris, 1868; in-12.

The... *Trente-cinquième rapport annuel de la Société royale polytechnique du Cornwall,* 1867. Falmouth, 1868; in-8°.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS D'AVRIL 1868.

Annales de Chimie et de Physique; par MM. CHEVREUL, DUMAS, BOUSSINGAULT, REGNAULT, WURTZ; avec la collaboration de M. BERTIN; mars 1868; in-8°.

Annales de l'Agriculture française; 15 et 30 mars et 15 avril 1868; in-8°.

Annales de la Société d'Hydrologie médicale de Paris, Comptes rendus des séances, t. XIII, 7e livraison; 1868; in-8°.

Annales des Conducteurs des Ponts et Chaussées; février et mars 1868; in-8°.

Annuaire de la Société Météorologique de France; feuilles 1 à 8, 1868; in-8°.

Bibliothèque universelle et Revue suisse. Genève, n° 124, 1868; in-8°.

Bulletin de l'Académie impériale de Médecine; nos 6 et 7, 1868; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique, nos 10 et 11, t. Ier, et 1, 2, t. II, 1868; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique; n° 3, 1868; in-8°.

Bulletin de la Société académique d'Agriculture, Belles-Lettres, Sciences et Arts de Poitiers; nos 122 à 123, 1867; in-8°.

Bulletin de la Société d'Agriculture, Sciences et Arts de la Sarthe; 1er trimestre, 1868; in-8°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale; février 1868; in-4°.

Bulletin de la Société de Géographie; février-mars 1868; in-8°.

Bulletin de la Société Géologique de France; feuilles 1 à 8, 46 à 55; 1868; in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse; mars 1868; in-8°.

Bulletin des séances de la Société impériale et centrale d'Agriculture de France; n° 3, 1868; in-8°.

Bulletin de la Société française de Photographie; mars-avril 1868; in-8°.

Bulletin général de Thérapeutique; 15 et 30 avril 1868; in-8°.

Bullettino meteorologico dell' Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto; t. III, nos 2 et 3, 1868; in-4°.

Bulletino meteorologico del R. Osservatorio del Collegio Romano, n° 3, 1868; in-4°.

Cosmos; nos des 4, 11, 18, 25 avril 1868; in-8°.

Catalogue des Brevets d'invention; n° 10, 1868; in-8°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences; n°s 14 à 17; 1er semestre 1868; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; n°s 39 à 52, 1868; in-4°.

Gazette médicale de Paris; n°s 14 à 18, 1868; in-4°.

Journal d'Agriculture pratique; n°s 14 à 18, 1868; in-8°.

Journal de Chimie médicale, de Pharmacie et de Toxicologie; avril 1868; in-8°.

Journal de l'Agriculture, n°s 42 à 44, 1868; in-8°.

Journal de l'Agriculture des Pays Chauds; n° 5, 1868; in-8°.

Journal de la Société impériale et centrale d'Horticulture; février et mars 1868; in-8°.

Journal de l'Éclairage au Gaz; 17e année, n°s 1 et 2, 1868; in-4°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées; avril et mai 1868; in-4°.

Journal de Médecine de l'Ouest; 31 mars et 30 avril 1868; in-8°.

Journal de Médecine vétérinaire militaire; mars 1868; in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; avril 1868; in-8°.

Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques; n°s 9 à 12, 1868; in-8°.

Journal des Fabricants de Sucre; n°s 51 et 52, 8e année 1867; n°s 1 à 3, 9e année, 1868; in-fol.

Kaiserliche... *Académie impériale des Sciences de Vienne;* n° 8, 1868; in-8°.

L'Abeille médicale; n°s 14 à 18, 1868; in-4°.

La Guida del Popolo; n° 9, 1868; in-8°.

L'Art dentaire; n° 4, 1868; in-12.

L'Art médical; avril 1868; in-8°.

La Science pour tous; 13e année, n°s 18 à 22, 1868; in-4°.

Le Gaz; n°s 2 et 3, 1868; in-4°.

Le Moniteur de la Photographie; n°s 2 et 3, 1868; in-4°.

Les Mondes...; n°s 14 à 18, 1868; in-8°.

Le Sud médical; n°s 8 et 9, 1868; in-8°.

L'Événement médical; n°s 14 à 18, 1868; in-4°.

L'Imprimerie; février 1868; in-4°.

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 MAI 1868.

PRÉSIDENCE DE M. DELAUNAY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

DOCIMASIE. — *Analyse d'une fonte chromifère. Dosage du carbone dans la fonte, le fer et l'acier; par* **M. Boussingault.** (Extrait.)

« Un ingénieur résidant à Medellin, dans l'Amérique méridionale, M. Brèche, m'a remis un échantillon d'une fonte provenant d'un minerai de fer oxydulé, traité dans un haut fourneau marchant au charbon de bois. C'est une fonte blanche à petites lamelles, d'une densité de 7,45; on en fait des pilons pour bocarder les quartz aurifères si abondants dans les syénites et les grunstein porphyriques de la province d'Antioquia; sa dureté comparable à celle des fontes très-manganésifères la rend très-propre à cet usage : on l'attribuait à la présence du nickel. En effet, en dissolvant la fonte de Medellin dans l'acide chlorhydrique on obtient une solution d'un beau vert. Je n'ai pas tardé à reconnaître que la teinte verte n'est pas due au nickel, mais à du chrome.

» L'analyse a donné :

Carbone combiné	4,40
Graphite	0,00
Silicium	0,75
Phosphore	0,07
Soufre	traces.
Arsenic	0,00
Azote	0,01
Manganèse	0,84
Chrome	1,95
Vanadium	traces.
Fer	92,50
	100,52

» L'azote a été dosé par une méthode décrite il y a quelques années :

De 3 grammes de fonte on a retiré :	Azote	0,00036 gr
De 6 grammes	»	0,00070

» Le dosage du carbone ayant présenté de sérieuses difficultés, j'ai été conduit à en faire une étude particulière. Je me suis arrêté à un procédé basé sur la transformation du fer en protochlorure, sans qu'il y ait la moindre émission d'un gaz pouvant entraîner ou brûler du carbone. L'agent que je fais intervenir est le bichlorure de mercure. J'ai d'abord opéré par la voie sèche, et ensuite, avec plus de succès, par la voie humide.

» La fonte pulvérisée est mêlée avec quinze parties de bichlorure. On ajoute rapidement assez d'eau pour former une pâte claire que l'on triture pendant une demi-heure dans un mortier d'agate (1). La pâte diluée est versée dans un verre de Bohême et maintenue pendant une heure à une température de 80 à 100 degrés. On jette sur un filtre et on lave à l'eau chaude. Le protochlorure de mercure complétement séché à l'étuve est mis dans une nacelle de platine et introduit dans un tube de verre en communication avec un générateur d'hydrogène *sec*. On chauffe graduellement dans le courant de gaz jusqu'au rouge sombre. Le protochlorure est volatilisé sans être décomposé; du moins n'y a-t-il que très-peu de mercure révivifié.

» La volatilisation du protochlorure pourrait être effectuée tout aussi bien dans l'azote; mais, indépendamment de ce qu'il n'est pas aisé d'établir un courant soutenu de ce gaz, il y aurait encore à redouter la présence d'un peu d'oxygène. Sous ce rapport, le gaz hydrogène offre plus de sécurité, surtout en adoptant une disposition importée de l'École Normale au Conservatoire des Arts et Métiers, consistant à faire passer l'hydrogène sec sur une colonne d'éponge de platine avant qu'il parvienne dans le tube où est la nacelle. L'éponge retient l'arsenic et détermine la disparition de l'oxygène que le gaz hydrogène peut contenir.

» A mesure que le protochlorure de mercure est dissipé, la présence du carbone devient manifeste. On laisse refroidir la nacelle dans le courant d'hydrogène, puis on la pèse avec les précautions d'usage. Le charbon est volumineux, d'un beau noir; il s'allume et brûle comme l'amadou, pour peu que l'on chauffe la nacelle. C'est généralement le cas pour le charbon extrait des fontes blanches, du fer et de l'acier. Le graphite provenant des fontes grises ne brûle bien qu'avec le concours de l'oxygène pur.

(1) Quand on ne craint pas d'introduire un peu de silice, on peut triturer dans un mortier de verre.

» Le carbone laisse après sa combustion un résidu, une cendre. Avant de peser ce résidu, on le porte au rouge dans le courant d'hydrogène.

D'un gramme de fonte blanche à grandes lamelles de Ria (Pyrénées-Orientales), on a retiré :

Carbone	0gr,042
Après la combustion, il est resté un résidu cristallin ayant l'aspect de la silice. Ce résidu, chauffé dans le gaz hydrogène, a pesé	0,005
Carbone combiné	0,037 (1)

D'un gramme de fer sortant du four à cémenter, on a retiré :

Carbone	0,0090
Après la combustion :	
Résidus gris siliceux	0,0015
Carbone	0,0075

» Le charbon extrait des fontes, des aciers et même des meilleures qualités de fer laisse toujours de faibles quantités de cendres; j'en discute l'origine. La silice de ces cendres, lorsqu'il s'agit de l'acier et du fer, dans lesquels on ne saurait supposer la présence du laitier, vient du siliciure, mais elle n'en représente pas la totalité, parce que le silicium uni au fer, bien qu'il soit d'abord transformé en chlorure par le bichlorure de mercure, passe par l'action de l'eau à l'état de silice, dont une partie, soluble, est entraînée par les lavages, tandis qu'une autre partie, insoluble, reste avec le protochlorure de mercure : c'est cette silice insoluble que l'on trouve après la combustion du charbon. Cette explication, je la puise dans le résultat d'une expérience.

» M. le commandant Caron a mis à ma disposition un siliciure de fer préparé en combinant directement le métal avec le métalloïde. L'analyse faite dans mon laboratoire a indiqué dans ce composé, blanc argentin et d'une grande dureté :

Fer	90,66
Silicium	9,34
Charbon	traces
	100,00

» Un gramme de siliciure pulvérisé a été broyé avec 15 grammes de bichlorure de mercure.

(1) Trois grammes de la même fonte ont donné 0gr,108 de carbone.

Le protochlorure de mercure de ce traitement a laissé dans la nacelle de platine une poudre grise pesant.. $0^{gr},144$

Après combustion du charbon et réduction dans l'hydrogène, on a eu de la silice très-divisée, parfaitement blanche; elle a pesé........ $0^{gr},141$

Carbone disparu.................... $0^{gr},003$

» Le carbone appartenait évidemment au fer employé.

» La silice venait du silicium; mais, d'après la composition du siliciure, on aurait dû en obtenir $0^{gr},20$; il en était donc resté $0^{gr},06$ en dissolution dans les eaux de lavage (1). Ce n'est pas là un fait isolé, je fais voir que dans les cendres laissées par le carbone extrait des fontes phosphorées, on ne retrouve pas tout le phosphore; que dans les cendres laissées par le carbone extrait des aciers alliés au tungstène on ne retrouve pas davantage tout l'acide tungstique correspondant à ce métal.

» Les matières métalliques soumises à l'action du bichlorure de mercure doivent être réduites en poudre. Il n'y a aucune difficulté pour les fontes blanches, puisqu'on les pulvérise aisément. Lorsqu'on agit sur des fontes grises, des aciers, et à plus forte raison sur du fer, pour diviser il faut avoir recours à la scie, à la lime; c'est là un inconvénient sur lequel je n'ai pas besoin d'insister. Un des plus habiles analystes de l'époque, M. Damour, qui a suivi avec un vif intérêt les recherches dont j'entretiens en ce moment l'Académie, a pensé qu'il serait possible de chlorurer le fer sans le diviser préalablement. M. Damour a placé dans une spirale, formée d'un fil de platine, un petit cylindre d'acier pesant $1^{gr},06$, puis il l'a suspendu dans de l'eau à laquelle on avait ajouté 15 grammes de bichlorure de mercure. On a mis à l'étuve. Deux jours après, le cylindre d'acier avait disparu. Le protochlorure de mercure recueilli sur un filtre, lavé, séché, a été porté dans l'appareil.

	gr
On a eu, dans la nacelle de platine : Charbon......	0,012
Ce charbon brûlé a laissé un résidu de silice pesant.	0,003
Carbone dosé...........	0,009

» Toutefois, il ne faut pas s'exagérer l'état de division auquel il convient d'amener le fer pour qu'il soit attaqué par le bichlorure de mercure; en voici la preuve. M. le commandant Caron m'ayant remis de l'acier doux

(1) Si le silicium combiné au fer est attaqué à froid par le chlore du bichlorure de mercure, il n'en est plus ainsi pour le silicium cristallisé. En le triturant avec du bichlorure additionné d'eau, de manière à former une pâte fluide, on ne remarque aucune réaction. Pour que ce silicium soit attaqué, il faut opérer à une température élevée.

$0^{gr},5$ de silicium cristallisé mêlé à du bichlorure de mercure ayant été mis dans une na-

d'un canon de fusil pour en doser le carbone, l'acier a été réduit en copeaux au moyen du tour.

» Un gramme de ces copeaux, triturés dans un mortier d'agate avec 15 grammes de bichlorure et la quantité d'eau nécessaire, a été chloruré en moins d'une demi-heure. Du protochlorure de mercure on a retiré :

Charbon	gr 0,0055
Après la combustion du charbon : Silice	0,0010
Carbone	0,0045

» C'est, on le voit, un acier très-peu carburé, différant à peine de certains fers; ainsi il m'est arrivé plusieurs fois de doser deux millièmes de carbone dans des fers de Suède de première marque.

» Depuis quatre mois, le procédé dont je viens d'exposer le principe est pratiqué au Conservatoire des Arts et Métiers pour extraire et doser le carbone combiné ou mêlé au fer dans l'acier et la fonte. Les résultats consignés dans mon Mémoire permettent de suivre les progrès de l'aciération dans les fours à cémenter, et ils indiquent les modifications que l'acier poule subit ensuite, soit pendant le corroyage, soit pendant la fonte au creuset, l'étirage et la trempe de l'acier fondu. »

MÉCANIQUE. — *Solution, en termes finis, du problème du choc longitudinal de deux barres élastiques en forme de tronc de cône ou de pyramide; par* **M. de Saint-Venant.**

« Dans un Mémoire sur le choc longitudinal des barres élastiques libres, lu à l'Académie le 24 décembre 1866, avec compléments des 20 mai et 10 juin suivants, et imprimé en 1867 au *Journal de Mathématiques pures et appliquées*, j'ai présenté des solutions en termes finis, sauf pour deux cas, où je ne les donnais qu'en séries trigonométriques, savoir : 1° pour le cas spécial ou extrême dans lequel l'une des deux barres, infiniment courte ou infiniment roide, peut être remplacée par une masse dure de forme quelconque; 2° pour le cas général où, au lieu d'être des prismes, les deux barres sont des troncs de pyramide ou de cône.

» Dans une communication récente (*), j'ai ramené la solution du pre-

celle de platine, introduite dans un tube de verre porté au rouge, on a fait passer dans le tube du bichlorure en vapeur; tout le silicium a disparu à l'état de chlorure de silicium; il n'est resté dans la nacelle qu'une trace de silice. Ce silicium cristallisé était d'une grande pureté; il avait été préparé par le commandant Caron.

(*) *Comptes rendus*, 30 mars 1868, t. LXVI, p. 650.

mier cas à une forme finie, toujours plus simple pour le calcul qu'une série dont les termes dépendent des racines d'une équation transcendante.

» Or on peut voir qu'on peut y ramener aussi celle du second.

» En effet, dans la supposition encore plus générale où les deux barres auraient la forme de solides quelconques allongés dont les *axes*, lieux des centres de gravité de sections perpendiculaires, sont deux lignes droites se prolongeant l'une l'autre, et en appelant, pour la première barre ou barre heurtante :

a_1 la longueur,

x_1 l'abscisse d'une des sections transversales, comptée sur l'axe à partir de l'emplacement initial de l'extrémité libre,

Ω_1, fonction de x_1, la superficie de cette section,

$\frac{\Pi_1}{g}$, E_1, fonctions aussi de x_1, la densité de la matière et le module d'élasticité d'extension des fibres parallèles à l'axe,

V_1 la vitesse initiale de la barre, dans le sens de x_1 positif,

u_1 le déplacement, au bout du temps t, et dans le même sens, de la section Ω_1,

$a_2, x_2, \ldots, u_2$ les mêmes quantités pour la deuxième barre, V_2 se comptant positivement dans le même sens que V_1 et que x_1, u_1;

on a les équations différentielles indéfinies

$$(1) \qquad \frac{d\left(E_1\Omega_1\frac{du_1}{dx_1}\right)}{dx_1} = \frac{\Pi_1\Omega_1}{g}\frac{d^2u_1}{dt^2}, \quad \frac{d\left(E_2\Omega_2\frac{du_2}{dx_2}\right)}{dx_2} = \frac{\Pi_2\Omega_2}{g}\frac{d^2u_2}{dt^2},$$

à résoudre par rapport à u_1, u_2, de manière à satisfaire aux conditions définies extrêmes et initiales suivantes :

$$(2) \qquad \left(\frac{du_1}{dx_1}\right)_{x_1=0} = 0, \quad \left(\frac{du_2}{dx_2}\right)_{x_2=0} = 0;$$

$$(3) \qquad (u_1)_{x_1=a_1} = -(u_2)_{x_2=a_2}, \quad \left(E_1\Omega_1\frac{du_1}{dx_1}\right)_{x_1=a_1} = \left(E_2\Omega_2\frac{du_2}{dx_2}\right)_{x_2=a_2};$$

$$(4) \qquad (u_1)_{t=0} = 0, \quad (u_2)_{t=0} = 0, \quad \left(\frac{du_1}{dt}\right)_{t=0} = V_1, \quad \left(\frac{du_2}{dt}\right)_{t=0} = -V_2.$$

» Quand les densités et les élasticités sont constantes dans chaque barre, supposée être en tronc de pyramide ou de cône, en sorte qu'on ait, ω_1, ω_2 étant les bases libres et h_1, h_2 deux constantes positives ou négatives,

$$(5) \qquad \Omega_1 = \omega_1\left(1+\frac{x_1}{h_1}\right)^2, \quad \Omega_2 = \omega_2\left(1+\frac{x_2}{h_2}\right)^2,$$

les équations aux dérivées partielles (1), si l'on fait, pour abréger,

$$(6) \qquad \frac{g E_1}{\Pi_1} = k_1^2, \quad \frac{g E_2}{\Pi_2} = k_2^2,$$

ont pour intégrales les expressions finies

$$(7) \quad u_1 = \frac{f_1(x_1+h_1+k_1t)+F_1(x_1+h_1-k_1t)}{x_1+h_1}, \quad u_2 = \frac{f_2(x_2+h_2+k_2t)+F_2(x_2+h_2-k_2t)}{x_2+h_2},$$

où f_1, F_1, f_2, F_2 sont des fonctions arbitraires, qui doivent, pour notre problème, prendre une suite de formes telles que les conditions définies (2), (3), (4) soient satisfaites de $x_1 = 0$ à $x_1 = a_1$, de $x_2 = 0$ à $x_2 = a_2$, et de $t = 0$ à $t = \infty$.

» Or on peut, *par de simples quadratures*, trouver ces formes successives, lors même qu'au lieu des conditions initiales (4) on aurait, plus généralement, pour u_1, u_2, $\frac{du_1}{dt}$, $\frac{du_2}{dt}$ des fonctions quelconques continues ou discontinues de x_1, x_2 à l'instant $t = 0$ de la jonction.

» Pour nous borner ici au cas, exprimé par (4), de deux vitesses initiales V_1, V_2 sans aucune compression préalable des barres, si nous appelons ζ, en général, la variable de chacune des quatre fonctions, et si, pour exprimer les limites de ses valeurs entre lesquelles la fonction conserve une même forme en ζ, nous nous servons comme en 1867, en la modifiant un peu,, de la notation claire et commode indiquée en 1864 par M. Phillips, les équations (4) nous donnent d'abord :

$$(8) \qquad 2k_1 f_1\left(\zeta = {}^{h_1+a_1}_{h_1}\right) = \frac{V_1\zeta^2}{2}, \qquad 2k_2 f_2\left(\zeta = {}^{h_2+a_2}_{h_2}\right) = -\frac{V_2\zeta^2}{2},$$

$$(9) \qquad 2k_1 F_1\left(\zeta = {}^{h_1}_{h_1+a_1}\right) = -\frac{V_1\zeta^2}{2}, \quad 2k_2 F_2\left(\zeta = {}^{h_2}_{h_2+a_2}\right) = \frac{V_2\zeta^2}{2},$$

sans qu'il faille ajouter de constantes, car celles de (9) détruiraient celles de (8) en composant les $f_1 + F_1$, $f_2 + F_2$ entrant dans u_1, u_2.

» Or la première condition-limite $\left(\frac{du_1}{dx_1}\right)_{x_1=0}$ où l'on met pour u_1 sa valeur (7) en x_1 et t donne, si l'on y remplace

$$x_1 + h_1 - k_1 t \text{ par } \zeta, \text{ d'où } x_1 + h_1 + k_1 t \text{ par } 2h_1 - \zeta,$$

et si l'on y suppose $f_1(2h_1 - \zeta)$ connu en ζ, une équation contenant $F_1\zeta$ et $F'_1\zeta$, et qui peut être regardée comme différentielle linéaire du premier ordre en F_1 et ζ. Cette équation fournit en l'intégrant, C_1 étant une con-

stante, et l'on a en faisant de même pour avoir F_2:

$$(10)\quad \begin{cases} 2k_1F_1\left(\zeta = {}_{h_1}^{-\infty}\right) = C_1 e^{\frac{\zeta}{h_1}} - e^{\frac{\zeta}{h_1}} \displaystyle\int \left[2k_1 f_1'\left(2h_1 - \zeta = {}_{h_1}^{\infty}\right) - \frac{1}{h_1} 2k_1 f_1\left(2h_1 - \zeta = {}_{h_1}^{\infty}\right)\right] e^{-\frac{\zeta}{h_1}} d\zeta, \\ 2k_2F_2\left(\zeta = {}_{h_2}^{-\infty}\right) = \textit{idem} \quad \text{avec des indices 2.} \end{cases}$$

» Mettant, d'après (8), $\frac{V_1}{2}(2h_1 - \zeta)^2$ pour $2k_1 f_1\left(2h_1 - \zeta = {}_{h_1}^{h_1 + a_1}\right)$ et effectuant, puis déterminant les constantes de manière que les expressions (10) donnent la même chose que les expressions (9) pour la limite commune $\zeta = h_1$ ou h_2, on trouve que ces constantes C doivent être nulles, d'où

$$(11)\qquad 2k_1F_1\left(\zeta = {}_{h_1}^{h_1 - a_1}\right) = -\frac{V_1\zeta^2}{2}, \quad 2k_2F_2\left(\zeta = {}_{h_2}^{h_2 - a_2}\right) = \frac{V_2\zeta^2}{2}$$

» Pour pousser jusqu'à des valeurs indéfiniment plus grandes que $h_1 + a_1$, $h_2 + a_2$, et indéfiniment plus petites que $h_1 - a_1$, $h_2 - a_2$ les variables respectives de f_1 et f_2, F_1 et F_2, nous nous servirons des conditions de jonction (3). De la première et de sa différentielle par rapport à t, si l'on tire f_2 et f_2' pour substituer dans la seconde, et si maintenant F_1 et F_2 sont supposés connus, on aura, en remplaçant

$$a_1 + h_1 + k_1 t \quad \text{par} \quad \zeta, \quad \text{d'où} \quad a_1 + h_1 - k_1 t \quad \text{par} \quad 2a_1 + 2h_1 - \zeta, \ldots$$

une équation différentielle linéaire du premier ordre en $f_1\zeta$ et ζ. L'élimination de f_1, f_1' en fournira de même une en $f_2\zeta$ et ζ, d'où, en faisant pour abréger,

$$(12)\qquad \frac{\dfrac{E_1\omega_1}{h_1}\left(1 + \dfrac{a_1}{h_1}\right) + \dfrac{E_2\omega_2}{h_2}\left(1 + \dfrac{a_2}{h_2}\right)}{\dfrac{E_1\omega_1}{k_1}\left(1 + \dfrac{a_1}{h_1}\right)^2 + \dfrac{E_2\omega_2}{k_2}\left(1 + \dfrac{a_2}{h_2}\right)^2} = B,$$

on tirera, en les intégrant,

$$(13)\qquad \begin{cases} 2k_1 f_1\left(\zeta = {}_{a_1 + h_1}^{\infty}\right) = C_1' e^{\frac{B\zeta}{k_1}} - \dfrac{B}{k_1} e^{\frac{B\zeta}{k_1}} \displaystyle\int e^{-\frac{B\zeta}{k_1}} \varphi_1(\zeta)\, d\zeta, \\ 2k_2 f_2\left(\zeta = {}_{a_2 + h_2}^{\infty}\right) = C_2' e^{\frac{B\zeta}{k_2}} - \dfrac{B}{k_2} e^{\frac{B\zeta}{k_2}} \displaystyle\int e^{-\frac{B\zeta}{k_2}} \varphi_2(\zeta)\, d\zeta; \end{cases}$$

C_1' et C_2' étant deux constantes, et φ_1, φ_2 deux fonctions de ζ qui dépendent de F_1, F_2 déjà connus, disons-nous, entre d'autres limites finies de leurs variables que f_1, f_2.

» Les deux formules (10) et les deux formules (13), jouant ici le même

rôle que celles qui sont appelées *promotrices* au Mémoire de 1867, serviront à déterminer successivement et alternativement les F_1, F_2 par les f_1, f_2, et les f_1, f_2 par les F_1, F_2, de manière à reculer chaque fois les limites des intervalles dans lesquels sont renfermées les valeurs de leurs variables, intervalles qu'il faudra quelquefois scinder en plusieurs autres. Les intégrations, toutes de la forme $\int \zeta^n e^{\alpha\zeta} d\zeta$, s'effectueront facilement.

» Le problème des états successifs du système de deux barres dont les dimensions transversales varient uniformément d'un bout à l'autre se résout donc de la même manière, en termes finis, mais seulement plus compliqués, que le problème correspondant relatif aux barres prismatiques. En construisant les mêmes diagrammes que pour celui-ci, c'est-à-dire en traçant des réseaux de droites obliques dont les équations sont $x_1 + h_1 \pm k_1 t$ ou $x_2 + h_2 \pm k_2 t =$ diverses constantes, leurs cases indiqueront commodément et clairement les limites entre lesquelles les valeurs de u_1 et u_2, et par conséquent celles des vitesses et des compressions, ont les mêmes expressions en x_1 ou x_2 et t, et au delà desquelles ces expressions changent.

» La solution s'étendrait même à plusieurs barres juxtaposées bout à bout, et par conséquent au choc de deux solides allongés quelconques à axe rectiligne, car ces solides peuvent toujours être approximativement décomposés en troncs de pyramide à base quelconque. »

ASTRONOMIE. — *Sur le spectre de la comète de Brorsen; par le* **P. Secchi.**

« En profitant de quelques soirées assez claires, j'ai examiné le spectre prismatique de la comète de Brorsen, qui est maintenant assez bien visible. Le résultat m'a paru mériter d'être communiqué à l'Académie.

» Ce spectre n'est pas assez visible avec les spectroscopes composés à fente, la lumière étant trop faible; aussi ai-je employé le spectroscope simple à vision directe. Pour fixer la position des raies, j'ai fait usage d'abord de l'image directe de la comète, vue avec son spectre; mais comme la lumière était encore trop réduite, j'ai déterminé les positions relatives des raies en les comparant à celles de Vénus, et plaçant la comète et la planète successivement à la même place dans le chercheur. Les deux méthodes ont donné un résultat concordant, mais la dernière laissait plus de lumière.

» Le spectre de la comète est discontinu : il est formé d'abord d'une faible lumière, remplissant le champ de la vision, sur laquelle se détachent

trois zones assez vives pour paraître même plus dilatées que le reste du fond. La zone la plus vive est celle du milieu, qui occupe la couleur verte et correspond à la région comprise entre le magnésium (*b*) et l'hydrogène (F), mais beaucoup plus près du premier; la largeur de cette zone est très-limitée, elle n'excède pas le cinquième de la distance entre les deux raies. Aux instants où l'atmosphère est particulièrement favorable, elle se réduit presque à une simple ligne brillante, de la grandeur apparente du noyau de la comète. Une autre zone brillante, mais beaucoup moins intense, se trouve dans le vert jaune, au milieu de la distance comprise entre le sodium (D) et le magnésium (*b*). On distingue quelquefois une autre bande dans le rouge, mais elle est très-difficile à fixer. La troisième zone d'intensité lumineuse, à peu près intermédiaire entre les deux précédentes, se trouve du côté du bleu, au tiers environ de la distance comprise entre F et G à partir de F. Cette bande est assez brillante pour être bien mesurée et produire par scintillation l'apparence linéaire.

» Voici la position relative de ces bandes, rapportées au spectre de Vénus en parties du micromètre :

Sodium (D)	5,13
Comète, première bande lumineuse	5,92
Magnésium (*b*)	6,83
Comète, deuxième bande très-brillante	7,07
Hydrogène (F)	7,94
Comète, dernière raie	8,52
Raie G	10,87

» Ces mesures sont aussi exactes que le permet la faiblesse de la lumière de la comète, qui est à peine celle d'une étoile de 7e grandeur. Les bandes sont assez diffuses à cause du diamètre sensible de son noyau, qu'on ne peut diminuer avec la fente, car alors tout ou presque tout disparaît.

» Ces observations nous conduisent déjà à des résultats assez intéressants. Il semble d'abord permis d'en conclure que la lumière n'est pas uniquement formée de lumière solaire réfléchie; celle qui provient du Soleil ne constituerait peut-être que le fond diffus du champ de la vision. La comète aurait donc une lumière propre, dont la teinte est très-voisine de celle des nébuleuses, mais dont la position diffère beaucoup de celle des raies nébulaires, dont l'une coïncide avec *f*; l'autre raie de la comète est aussi différente de position et du côté opposé, plus près du magnésium que la raie nébulaire. Il est ainsi prouvé que le déplacement ne provient pas du mouvement, mais qu'il tient à la nature de la matière comé-

taire. Ces bandes étant d'ailleurs plus lumineuses que celles d'une étoile de grandeur égale, on est porté à croire à une lumière propre émanant de la comète. Les mesures ne sont pas assez précises pour pouvoir rapprocher rigoureusement ces spectres des autres spectres connus, et d'ailleurs on sait maintenant que cette comparaison serait illusoire, car la visibilité des spectres dans les gaz dépend d'un grand nombre de circonstances qu'il nous est impossible de déterminer.

» En second lieu, ce spectre est très-semblable à celui que, d'autres astronomes et moi, nous avons observé dans d'autres comètes. Ainsi on peut déjà généraliser ces résultats par induction, et cela fournirait un argument pour l'origine extraplanétaire de ces corps.

» En faisant usage de Vénus, voisine de sa plus grande digression, et analysant avec un spectroscope à vision angulaire, muni de deux prismes et construit par M. Hoffman, j'ai vu que la lumière montre des traces d'action atmosphérique, à une élévation au-dessus de l'horizon où ne serait pas sensible celle de l'atmosphère terrestre. Ainsi il resterait à attribuer cette influence à l'atmosphère de Vénus elle-même. Cette influence se manifeste assez bien dans la région de Brewster nommée δ, et dans l'autre région qui précède le sodium; ces bandes sont dues à la vapeur d'eau. Les raies de l'azote de l'air près de F sont aussi très-renforcées, ce qui prouve la présence d'une atmosphère analogue à la nôtre, autour de cette planète.

» Ces observations ont été confirmées avec des spectroscopes simples, faits avec des prismes de M. Merz, de Munich, et de M. Hoffman, en employant des oculaires formés de lentilles cylindriques qui m'ont été envoyés par M. Merz, et qui sont d'une admirable perfection.

» Maintenant que nous pouvons pénétrer dans la constitution stellaire avec ces moyens si puissants, je me suis demandé si la diversité des spectres dans certains types d'étoiles ne tiendrait pas plutôt à des différences dans les proportions des substances qui les constituent qu'à une diversité absolue des matières elles-mêmes. J'ai commencé cette étude en détail pour rapprocher entre elles les étoiles de 2e type, les étoiles jaunes comme notre Soleil, et les étoiles rouges de 3e type.

» En comparant ensemble les deux étoiles α Orion et α Bootis (Arcturus), on trouve une identité surprenante entre la place des raies principales et celles de notre Soleil. Plus de trente raies se sont montrées identiques avec celles de la carte de Fraunhofer, qui, par ses dimensions, se prête mieux à ces comparaisons que la grande carte de Kirchhoff. La différence

fondamentale me paraît consister en ce que les raies les plus fortes sont plus intenses dans α Orion que dans Arcturus, et toutes le sont moins dans le Soleil. Du reste, on pourrait se demander si, même dans notre Soleil, l'intensité de ces raies est constante, et on est porté à en douter quand on compare la figure de Fraunhofer avec celle de Van der Willingen, dans laquelle on trouve des raies plus faibles que celles qui sont marquées par le premier observateur. Le groupe qui ressort le mieux dans ces systèmes de raies est celui du fer; α Orion a de plus des systèmes d'absorption gazeuse analogues à ceux de notre atmosphère. Mais cette espèce de recherche n'est qu'ébauchée et demande encore bien du temps pour arriver à des résultats définitifs.

» Malheureusement, on ne peut pas trop avancer cette étude, à cause du petit nombre de soirées propices et sans Lune, et pour ne pas trop fatiguer l'œil. En effet, il se présente un phénomène assez curieux qui prouve que l'observateur doit rester un peu sur ses gardes dans ces recherches. Lorsque, après avoir tenu l'œil fixé sur le spectre d'une étoile quelque temps, on regarde dans le chercheur de la grande lunette, on voit pendant plusieurs secondes une bande absolument noire, à travers le champ lui-même des dimensions exactes du spectre. L'œil se trouve ainsi paralysé par cette lumière décomposée, bien plus que par une lumière blanche d'intensité pareille. Inversement, en mettant l'œil à la lunette, dans les premiers instants on ne voit presque aucun des nombreux détails qui commencent ensuite à ressortir peu à peu jusqu'à une netteté complète. Ces phénomènes montrent qu'il faut ménager l'œil, et qu'en abusant de ces travaux on en pourrait souffrir.

» Mais en même temps on voit quelle intensité de lumière est capable de conserver le système à lentilles oculaires cylindriques : on aurait à peine soupçonné, il y a quelque temps, que l'œil pût être fatigué par la lumière du spectre d'une étoile. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la propagation des tempêtes provenant de l'Atlantique vers les côtes de l'Italie.* Note de **M. Ch. Matteucci.**

« En examinant les registres qui ont été recueillis pendant les deux dernières années, depuis avril 1866 jusqu'à ces derniers jours, par le Bureau central météorologique, qui est le centre du service organisé sur nos côtes par le Ministre de la Marine, on constate un fait sur la propagation de ces tempêtes en Italie qui a une certaine importance pour nous et aussi pour la science.

» En prenant note des tempêtes qui ont assailli les côtes occidentales de l'Irlande et de l'Angleterre, et qui ont été accompagnées par une baisse barométrique de 15 à 20 millimètres et quelquefois en hiver de 28 à 33 millimètres, on trouve dans nos registres les résultats inscrits dans le tableau suivant :

	Nombre total des tempêtes.	Tempêtes arrivées en Italie.
Janvier	8	5
Février	16	5
Mars	15	4
Avril	12	3
Mai	4	1
Juin	7	2
Juillet	11	2
Août	7	2
Septembre	9	2
Octobre	5	5
Novembre	12	9
Décembre	12	9
	118	49

» On voit par ce tableau que, dans les mois d'octobre, novembre et décembre, la propagation des tempêtes de l'Atlantique vers l'Italie est beaucoup plus fréquente que dans tous les autres mois, et que, au milieu de l'hiver, et principalement en été, cette propagation devient beaucoup moins fréquente. En effet, dans les trois mois d'octobre, novembre et décembre, sur 29 tempêtes, il y en a eu 23 qui sont arrivées avec beaucoup de force sur la Méditerranée.

» Au contraire, dans les mois d'avril, mai, juin, juillet et août, sur 41 tempêtes, il n'y en a eu que 8 arrivées en Italie. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre qui remplira, dans la Section de Chimie, la place devenue vacante par la nomination de *M. Dumas* aux fonctions de Secrétaire perpétuel.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 58,

M. Cahours obtient	38 suffrages,
M. Berthelot	19 »

Il y a un billet blanc.

M. Cahours, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation de l'Empereur.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination des deux candidats qui doivent être présentés par elle, pour la place de Membre titulaire du Bureau des Longitudes, laissée vacante par le décès de *M. Foucault.*

La Commission chargée de préparer une liste de candidats pour cette nomination avait présenté, dans le dernier comité secret, la liste suivante :

En première ligne. . . . . . M. Puiseux;
En seconde ligne, ex æquo, M. Lœvy,
et par ordre alphabétique. M. Wolf.

Au premier tour de scrutin, destiné à choisir le candidat qui doit être présenté en première ligne,

M. Puiseux obtient. . . . . 56 suffrages,
M. Wolf. . . . . 1 »

Au deuxième tour de scrutin, destiné à choisir le candidat qui doit être présenté en seconde ligne,

M. Wolf obtient. . . . . 36 suffrages,
M. Lœvy.. . . . . 14 »

En conséquence, la liste présentée par l'Académie sera composée de la manière suivante :

En première ligne.. . . . . . **M. Puiseux.**
En seconde ligne. . . . . . . **M. Wolf.**

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE. — *Sur la pression du sang dans le système artériel; par* **M. Poiseuille.**

« Dans une thèse soutenue à la Faculté de Médecine de Paris, il y a longues années, on a étudié expérimentalement les pressions que pouvait donner l'arbre artériel aortique à l'aide d'un manomètre à mercure, ou hémodynamomètre appliqué en des points quelconques de son parcours;

et on a constaté que les pressions ne diminuent pas, comme le pensait Bichat, au fur et à mesure qu'on s'éloigne du cœur, de manière à s'éteindre complétement dans les capillaires, mais que ces pressions sont les mêmes en tout point du système artériel.

» Ces expériences, répétées chaque année au cours de Magendie, au Collége de France, et aussi par la plupart des physiologistes, confirmèrent l'exactitude de ce résultat; cependant quelques savants allemands, parmi lesquels on compte M. Volkmann, ne l'admettent pas. La lecture que j'ai l'honneur de faire aujourd'hui a pour objet de donner l'explication de ce fait qui n'a, en effet, aucun analogue dans l'hydrodynamique.

» Le système artériel, dont les parois sont résistantes et aussi éminemment élastiques, n'a qu'un seul orifice d'entrée, l'aorte, mais il présente un très-grand nombre d'orifices de sortie s'abouchant avec les capillaires.

» Rappelons une circonstance dont nous déduirons bientôt une conséquence importante : toute l'ondée sanguine lancée par le cœur dans l'arbre artériel, ne passe pas dans les capillaires; il n'y en a que le *tiers* environ; les deux autres tiers servent à dilater les artères et à rendre continu, par leur retrait, le mouvement du sang dans ces petits vaisseaux.

» Cela posé, rapportons les expériences que nous avons faites pour éclairer le point qui nous occupe.

» 1° Nous avons d'abord considéré les pressions dans l'écoulement de l'eau à travers des tubes cylindriques de laiton de même diamètre (1).

» A. *Écoulement à gueule bée.* — On reconnaît, en effet, comme l'ont observé les hydrauliciens, que les pressions diminuent au fur et à mesure qu'on s'éloigne de l'origine du tube.

» B. *Écoulement en rendant le diamètre de l'orifice terminal plus petit.*

» Dans ces cas, les pressions obtenues sont plus grandes que précédemment, et diffèrent d'autant moins entre elles que le diamètre de l'ajutage terminal est plus petit.

» 2° *Écoulement par des orifices multiples de sortie.*

» C. *Cas où la somme des lumières des orifices multiples de sortie est environ le quart de la lumière du tube.*

» Ici les pressions sont pour ainsi dire les mêmes, et elles tendent beaucoup à se rapprocher de la hauteur de la charge.

» De ces expériences sur les tubes rigides il résulte que les pressions sont

(1) *Comptes rendus*, séance du 13 août 1860.

égales lorsque la somme des lumières des orifices de sortie est moindre que le quart, le tiers, par exemple, de la lumière du tuyau.

» Les mêmes expériences ont été faites sur des tubes de caoutchouc volcanisé. Le tube dont il s'agit est conique et a 142 centimètres de longueur; la grosse extrémité voisine du réservoir a 23 millimètres environ de diamètre, l'extrémité libre est de 12 millimètres. De chaque côté de ce tube se trouvent neuf tubes supplémentaires, de 3 millimètres de diamètre. L'un de ces petits tubes, près du réservoir, reçoit un manomètre A, dont le tube de verre a un diamètre intérieur de $7^{mm},5$; un autre petit tube supplémentaire, placé près de l'orifice terminal, reçoit aussi un manomètre B, en tout semblable au précédent, et contenant le même poids de mercure : l'eau du réservoir est maintenue à un niveau constant.

» 1° *Écoulement à gueule bée.* — Tous les robinets fixés à l'extrémité de chaque petit tube supplémentaire sont fermés, on ouvre le robinet du réservoir; le mercure s'élève, dans la grande branche du manomètre A voisin du réservoir, à 18 millimètres, et dans la même branche du manomètre B, près de l'orifice terminal, à 5 millimètres. Sans calculer les pressions données par chaque instrument, nous pouvons dire que, dans ces tubes, on constate aussi les mêmes phénomènes que dans les tubes rigides : les pressions diminuent en s'éloignant de l'origine du tube.

» 2° *Écoulement par treize issues.* — On ouvre les robinets de douze tubes supplémentaires, six de chaque côté, ainsi que le robinet de l'orifice terminal du grand tube de caoutchouc, dont le diamètre est réduit à 3 millimètres par un ajutage. L'eau s'écoule donc par treize orifices; la colonne de mercure dans le manomètre A s'élève, dans la grande branche de l'instrument, à $40^{mm},5$, et dans la branche correspondante du manomètre B, à 40 millimètres. *On change de position les deux manomètres*, c'est-à-dire qu'on met le manomètre B à la place du manomètre A, et réciproquement, et chaque instrument donne l'indication précédemment observée. Dans cette expérience, la somme des lumières des orifices de sortie est environ le quart de la lumière de l'orifice d'entrée du tube de caoutchouc.

» Dans l'expérience suivante, l'appareil est précédé d'une boule de caoutchouc de forte épaisseur, dont la capacité est de 200 centimètres cubes environ. Du côté du réservoir se trouve une soupape s'ouvrant de dedans en dehors; la partie opposée de la boule est en communication avec la grosse extrémité du tube. Un levier est disposé de manière à comprimer instantanément la boule. Les robinets de tous les tubes supplémentaires sont ouverts, ainsi que celui de l'orifice terminal, réduit à 3 millimètres de

diamètre; on comprime instantanément la boule de caoutchouc, le mercure s'élève dans le manomètre A à $83^{mm},5$, et dans le manomètre B à 83 millimètres. Ici les orifices de sortie sont au nombre de dix-sept, et la somme de leur lumière est un peu moins de la moitié de la lumière de l'orifice d'entrée. En faisant varier la charge du réservoir et le poids qui comprime instantanément la boule de caoutchouc, on obtient des résultats analogues.

» La même expérience, faite à la Sorbonne dans le laboratoire de M. Milne Edwards, qu'il avait bien voulu mettre à notre disposition, a eu pour témoin, le 9 août 1864, M. Claude Bernard, qui a constaté ces résultats.

» Dans ce que nous venons de voir, les pressions ne sont égales partout, qu'à la condition que le liquide se meuve dans des espaces allant en diminuant.

» Mais, relativement au point de la circulation que nous étudions, les physiologistes disent que le sang s'y meut en parcourant des espaces de plus en plus grands, de manière que l'ensemble du système artériel jusqu'aux capillaires formerait une cône tronqué, dont la petite base serait à l'origine de l'aorte et la grande aux capillaires.

» Si, en effet, le sang parcourt ainsi des voies de plus en plus larges, comme la pression du sang au delà des capillaires, dans les veines, est bien plus faible que celle du sang dans les artères, il est impossible d'admettre que dans ce cas toute l'ondée de sang poussée par le cœur ne passe pas en même temps dans les capillaires. Cependant nous avons rappelé précédemment que ces petits vaisseaux ne donnaient seulement accès qu'au *tiers* environ de la quantité de sang lancée par le cœur. Puisqu'il en est ainsi, il faut nécessairement qu'il y ait insuffisance des vaisseaux capillaires, c'est-à-dire que l'ensemble des lumières qu'ils présentent soit trop petit. De là il résulte que la portion perméable au sang des dernières ramifications artérielles et des capillaires est bien inférieure à la lumière de l'aorte, condition indispensable à l'égalité de pression.

» Nous venons de dire la partie perméable des dernières ramifications artérielles et des capillaires, et non la somme de leurs lumières, ce qui est bien différent. En effet, on sait que la surface intérieure des petits vaisseaux est tapissée d'une couche immobile de liquide dont l'épaisseur est d'autant plus grande que leur diamètre est plus petit (1), de sorte que la présence

---

(1) *Recherches sur les causes du mouvement du sang dans les vaisseaux capillaires*, t. VII des *Mémoires des Savants étrangers*, p. 44 du Mémoire.

de cette couche diminue beaucoup leur partie perméable; ajoutons en outre que le frottement du liquide contre lui-même tend aussi au même but en ralentissant sa marche.

» Qu'il nous soit permis de rapporter ici quelques résultats d'hydrodynamique qui légitiment cette manière de voir.

» En s'appuyant sur la formule relative au mouvement des liquides dans les tubes de petits diamètres (1), on détermine le débit d'un tube cylindrique de verre F, dont le diamètre intérieur est $0^{mm},652$ et la longueur 200 millimètres; il donne, à une certaine pression et pendant un certain temps, $169^{cc},276$ d'eau; la lumière de ce tube est $0^{mmq},333\,875\,6$. On cherche ensuite le produit d'un tube E de diamètre beaucoup plus petit, $0^{mm},029\,38$, et de 2 millimètres de longueur; à la même pression et pendant le même temps, le débit est $69^{mmc},74$. La lumière de ce tube est $0^{mmq},000\,678$. Le nombre de ces tubes E, qui ensemble donnent le même débit que F, est 2 427, et leurs lumières réunies égalent $1^{mmq},645\,506$, c'est-à-dire que ces tubes E, pour donner le même produit que F, ont ensemble une lumière cinq fois plus grande environ que celle de ce dernier tube. Cette somme des lumières des tubes E serait encore plus grande si le tube F diminuait de longueur.

» Ce que nous venons de constater ne peut être attribué, quant à présent du moins, qu'à la présence de la couche immobile de liquide qui tapisse les parois des très-petits tubes, et aussi au frottement qu'éprouve dans son mouvement le liquide contre lui-même.

» Des faits précédemment exposés, nous pensons donc pouvoir conclure que la circulation artérielle réalise à l'état dynamique le principe d'égalité de pression de Pascal à l'état statique.

» Ces points que nous venons de traiter font partie d'un paquet cacheté que nous avons eu l'honneur d'adresser à l'Académie, et qu'elle a bien voulu accepter dans sa séance du 28 août 1865. »

---

(1) *Recherches expérimentales sur le mouvement des liquides dans les tubes de très-petits diamètres*, t. IX des *Mémoires des Savants étrangers*, p. 86 du Mémoire

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur un nouveau procédé de recuite des sucres sables et mélasses, au moyen duquel on obtient la décoloration, l'épuration et la clarification de ces matières sans emploi de noir animal, ni de substances albumineuses.* Note de **M. C. Woestyn**, présentée par M. Balard.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

« Les sucres étant dissous à un degré Baumé qui peut varier suivant les besoins de l'usine, on introduit, sous forme de lait, une quantité de chaux d'autant plus considérable que le produit est moins pur; cette chaux se compte par millièmes pour les belles nuances de sucre et s'élève progressivement aux centièmes pour les nuances jaunes. Après avoir achevé le mélange bien intime de la chaux et du sirop, on introduit dans la masse un courant d'acide carbonique que l'on prolonge jusqu'à ce que le papier réactif ne montre plus trace d'alcalinité.

» Les opérations précédentes doivent être faites à une température peu élevée si l'on veut obtenir le maximum d'effet (dans mon usine, j'opère entre 20 et 30 degrés centigrades). On termine l'opération par une ébullition qui a pour but de décomposer les bicarbonates, et l'on procède à une filtration mécanique que j'effectue au moyen de filtres-presses. Dans le cas même où le liquide n'est pas trop dense, on peut opérer par décantation.

» La nuance des sirops obtenus est réduite à la moitié, au tiers ou au quart de la nuance primitive, suivant la proportion de chaux qu'on aura employée, car plus on force cette proportion, plus l'effet obtenu est considérable; en opérant, par exemple, sur des sucres de couleur citron on reçoit, avec 4 pour 100 de chaux par ce procédé, des sirops blancs qui se peuvent cuire directement en raffiné.

» La saveur de ces sirops est parfaite et ne rappelle en rien le goût désagréable des sucres dont on est parti, ce qui indique une grande épuration dans le produit. La clarification est aussi complète que possible, les nouveaux sirops filtrent facilement et ont le brillant et la limpidité auxquels on pourrait parvenir avec le sang ou le blanc d'œuf; les cuites en sont des plus faciles.

» J'avais déjà consigné ce dernier effet, il y a deux ans, dans un Mé-

moire sur les dangers de l'emploi du sang gâté dans le travail d'une denrée comestible comme le sucre, Mémoire que j'avais adressé à l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg et qu'elle a daigné recommander à l'attention du Conseil des médecins de l'Empire; depuis, la plupart des raffineurs russes ont abandonné l'emploi du sang dans la fabrication du sucre raffiné. La question avait en Russie une importance toute spéciale, attendu que beaucoup de sectes dans l'Empire et dans les populations limitrophes du côté de l'Asie, par suite de croyances religieuses, refusent de consommer le sucre préparé avec le sang.

» Il faut, pour expliquer les réactions précédentes, admettre que le carbonate de chaux naissant forme avec la matière colorante contenue dans les sirops une laque insoluble dans ce milieu; on peut du reste s'assurer de ce fait en examinant le dépôt après lavage réitéré; il a alors une coloration qui rappelle celle du sucre qui a servi de point de départ : un effet analogue se produit sur les substances qui troublent la transparence des sirops, car ces derniers, après l'opération, sont parfaitement clarifiés.

» Je ne terminerai pas ce sujet sans appeler l'attention sur ce fait, que dans ce procédé on peut saturer complétement le sirop en présence du dépôt calcaire, sans crainte de redissoudre la laque produite. Dans le procédé d'épuration des jus de betteraves par excès de chaux et carbonatation, chacun sait au contraire qu'en terminant entièrement la saturation on redissout les laques obtenues. On serait donc tenté d'admettre une différence radicale entre la matière colorante des sucres jaunes et celle du jus de betteraves, ou la présence de matières qui, dans le second cas, rend la laque soluble quand on enlève toute la chaux.

» Chacun comprendra que si à la décoloration due à ce procédé on vient à ajouter celle apportée par le noir, on puisse arriver à produire avec des sucres de qualité secondaire des raffinés de toute beauté. Les mélasses ainsi traitées donnent des résultats analogues.

» Ce système de travail a cela de précieux qu'on peut en faire l'application avec le matériel habituel des fabriques de sucre, et qu'il permet à ces usines de raffiner leurs produits pendant la morte saison, et d'offrir au public des sucres raffinés qui ne le cèdent en rien à ceux des grandes raffineries. Les sucres que j'avais exposés dans la section russe de l'Exposition universelle de 1867, et qui ont obtenu la médaille d'or, avaient été traités de cette manière. »

GÉOLOGIE. — *Concordance des phénomènes glaciaires avec le décroissement régulier de la température générale de la terre et avec les soulèvements récents; par* **M. H. de Villeneuve-Flayosc.** (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée pour les autres Mémoires géologiques de M. de Villeneuve.)

« Dès l'année 1864 j'ai exposé dans des réunions scientifiques, à Paris et en province, une théorie qui concilie l'extension générale des glaciers de l'époque quaternaire avec leur débâcle à l'origine de l'ère actuelle, et leur retrait présent, soit avec l'histoire de la physique générale du globe terrestre, soit avec celle des récents soulèvements.

» Depuis 1864, le savant M. de la Rive, de Genève, MM. Franckland, Tyndall, Lecoq, Charles Martins, Escher de la Linth, Ed. Collomb, Alph. Favre, Pictet, et M. Payot, de Chamounix, ont émis quelques idées conformes à la théorie dont je donne ici les bases fondamentales.

» L'extension et l'abaissement du niveau des neiges et des glaciers sont, dans une latitude donnée, dus à l'abondance des neiges et par conséquent à l'humidité affluente sur les hautes montagnes qui fonctionnent comme de puissants réfrigérants. Ainsi, le mont Blanc, qui ne convertit en neige qu'une nappe d'environ 2 mètres d'eau, pourrait en congeler plus de 30 mètres s'il était baigné par une masse suffisante de vapeurs aqueuses.

» La comparaison des niveaux des neiges et des glaciers sur les divers versants des Alpes, des Andes, de l'Himalaya, justifie l'énoncé suivant :

» Dans les hautes chaînes, les neiges et les glaciers descendent généralement plus bas dans le sens de l'exposition la plus humide, et celle-ci est nécessairement la plus chaude, puisque les vapeurs d'eau y viennent verser une plus grande quantité de leur calorique latent. Ce phénomène, reconnu dans les Alpes par M. Studer, est très-accentué dans l'Himalaya, où les neiges du versant qui regarde l'équateur descendent 1200 mètres plus bas que sur le versant opposé. Le tableau ci-joint des altitudes comparées des neiges et des glaciers justifie cette induction générale.

» Sous nos yeux, dans leurs oscillations, les glaciers suivent la même loi. Ils progressent pendant les années humides, ils rétrogradent pendant les années sèches, et bien souvent celles-ci correspondent à la température moyenne la plus basse.

» De 1812 à 1820, les progrès des glaciers du mont Blanc ont été très-sensibles. Après quelques années le mouvement inverse s'est dessiné, et, avec quelques alternatives, le retrait a continué jusqu'en 1866. Le glacier

des Bois est remonté dans la vallée sur une longueur de 388 mètres; celui de la Tour a reculé de plus du double de ce chiffre.

» Or, de 1812 à 1820, période d'extension des glaciers, la température moyenne de Paris a été de 10°,29, tandis que, entre 1820 et 1838, cette température moyenne n'a été que de 10°,25.

» Les glaciers ont donc diminué sous l'influence du climat refroidi et des pluies moins fortes; ils ont au contraire progressé sous le régime à la fois plus chaud et plus humide.

» La période quaternaire était en général bien plus humide que l'ère actuelle, puisque les soulèvements récents ont émergé bien des surfaces auparavant couvertes d'eau qui étaient des foyers d'émission de vapeurs. Citons un exemple.

» Au pied des Alpes s'étendaient les lacs des bassins de la Durance, du Rhône, de la Saône, de la Loire, du Rhin et le golfe du bassin du Pô. L'humidité donnée par une source d'évaporation est en raison inverse du carré de la distance du foyer évaporatoire. D'après cela, les Alpes pouvaient recevoir quinze fois plus de vapeurs d'eau qu'aujourd'hui. Ces hauteurs pouvaient produire ainsi les grands glaciers de la période antédiluvienne, quoique la température moyenne générale fût plus élevée que celle de l'ère actuelle. Alors se trouvaient rapprochées des climatures opposées : le régime froid auprès des glaciers; un régime tiède à peu de distance des glaces.

» Des soulèvements, tracés dans les strates parallèlement aux Alpes principales, en émergeant le fond des lacs et des golfes, ont, par ce *desséchement*, fait reculer les glaciers. Alors ont eu lieu des débâcles violentes, énergiment gravées dans les profondes érosions du terrain pliocène, débâcles attestées par des blocs que des glaces flottantes pouvaient seules charrier, débâcles enfin *favorisées par l'émission rapide du calorique intérieur produite par les masses soulevées*. Les couches rompues de cette période montrent la puissance de la réaction intérieure du sol, aucune fracture ne pouvant se produire sans être suivie du mouvement rapide de la croûte déchirée. Il est impossible de méconnaître la crise violente du cataclysme diluvien établie par la théorie mécanique des ruptures, et révélée par la véhémence des courants aqueux produits par la fonte des grands glaciers.

» Dans les oscillations actuelles des glaciers du mont Blanc, les années humides peuvent produire une progression annuelle de 12 mètres. Avec une humidité quintuple (inférieure à celle donnée par le calcul), on aurait une progression annuelle de 60 mètres, qui pourrait, en 2000 ans, faire

avancer les glaciers jusqu'à 120 kilomètres de leur point de départ. Combien donc sont exagérées certaines évaluations de la longueur de la période de formation des grands glaciers!

» Ainsi la physique générale du globe, les lois connues des soulèvements et la chronologie généalogique se peuvent concilier avec les phénomènes *glaciaires quaternaires* (1).

Altitudes des neiges et des glaciers.

				mètres.
Himalaya.........	Pente nord.....	Neiges éternelles..	Côté sec.........	5067
»	Versant sud.....	»	Exposition humide.	3800
Andes............	De 18 degrés latitude sud......	»	Côté sec.........	5181
	Sous l'équateur..	»	Côté humide.....	3800
Hauteur moyenne et générale des glaciers des Alpes, d'après M. Studer..........				1800
Mont Rose........	....	Glacier..........	Côté nord sec....	1823
»	....	»	Côté est humide...	1400
Mont Blanc......	....	Glacier des Bois...	....	1125
»	....	Glacier des Bossons	....	1099
Mont Pelvoux.....	....	Glacier du mont de Lans..........	Côté nord-ouest sec	2200
»	....	Glacier du Casset..	Côté est humide...	1772
Mont de Cook....	Latitude sud 43°.	....	....	4022
		Glacier Hochtetter.	Côté sec.........	1474
		Glacier du Mont de Cook.........	Coté ouest humide.	152
Cordilières du sud.	Latitude sud 46°.	D'après Cotta, les glaciers descendent à 0 mètres.		

(1) La Faune et la Flore quaternaires démontrent simultanément la juxtaposition, la contiguïté des divers climats de cette époque. Alors, d'après M. Lartet vivaient dans un voisinage étroit les *Elephas primigenius* et *meridionalis*, alors, d'après MM. Heer et de Saporta, le *Laurier des Canaries* s'étalait près des lieux qui nourrissaient le renne; tout indiquait des climats humides de températures très-différentes, mais très-voisins.

Les récentes observations faites par les officiers de la frégate autrichienne *la Novara* révèlent une reproduction actuelle des phénomènes glaciaires de l'époque quaternaire. Auprès des antipodes de la Toscane et de la Corse, pour le 43e degré de latitude sud, sur le versant *occidental* des Alpes de la Nouvelle Zélande, un des glaciers du mont de Cook descend jusqu'à la faible altitude de 152 mètres au-dessus de la mer. Sur les bords de ce glacier croissent des fougères arborescentes sous l'influence du climat tiède et uniforme entretenu par la vapeur arrivant sans obstacle de la mer tropicale du Pacifique. Ne voit-on pas ainsi l'exposition la plus humide d'une chaîne frappée par les vapeurs animées du mouvement terrestre de la précession, reproduire les conditions de l'ancienne extension des glaciers et

MICROGRAPHIE. — *Des filaments végétaux employés dans l'industrie; caractères permettant de les distinguer entre eux.* Note de **M. Vétillard**, présentée par M. Dupuy de Lôme. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Brongniart, Tulasne, Decaisne.)

« Aucun moyen général n'a été indiqué jusqu'à ce jour pour distinguer entre eux les divers filaments d'origine végétale employés dans l'industrie. Le *jute* seul peut être reconnu par un procédé chimique dû à M. Vincent. Ce procédé, aussi simple que rapide, permet de distinguer un fil de jute d'un fil de lin ou de chanvre lorsque l'un et l'autre sont à l'état écru; mais s'ils ont subi un certain degré de blanchiment, la réaction n'est plus aussi facile à reconnaître; de plus, la coloration rouge produite par le traitement indiqué est commune au *jute*, au *Phormium tenax* et à quelques autres filaments indiqués par M. Vincent. Enfin il n'existait aucun moyen de distinguer le *lin*, le *chanvre* et le *china grass.* Il y avait donc là une lacune à combler, et c'est vers ce but qu'ont été dirigées les recherches dont nous allons consigner les résultats.

» Nous avons eu recours pour ces études à l'emploi du microscope, et au lieu d'examiner les fibres dans leur longueur, comme cela avait toujours été fait jusqu'ici, nous avons essayé de faire des coupes ou sections minces, pratiquées perpendiculairement à l'axe des filaments. Nous allons indiquer les principaux des caractères que nous avons observés pour quelques-uns des filaments les plus répandus dans le commerce.

» *Lin.* — Lorsqu'on examine à l'œil nu un filament du lin le plus fin et le plus beau, on serait tenté de croire qu'il est simple et homogène. Cependant, en le soumettant au microscope, on voit que c'est un faisceau de fibres plus ténues, juxtaposées et adhérentes les unes aux autres. En détruisant cette adhérence par l'emploi successif et modéré des alcalis bouillants et des chlorures alcalins, et en cherchant à diviser les filaments au moyen

---

de la juxtaposition des bassins de glace avec la belle végétation, privilége ordinaire des climats chauds et humides? Notre théorie des glaciers quaternaires n'est-elle pas stéréotypée par un spécimen contemporain?

La marche décroissante de la température actuelle est prouvée par les pieux de chêne vert qui constituent dans le lac de Genève les restes des habitations lacustres. Le chêne vert prospérait donc dans l'âge lacustre sur les lieux maintenant trop froids pour convenir à cette essence forestière. Nous avons donc une température décroissante conjointement avec des glaciers bien diminués, tandis que de grands glaciers ont autrefois coïncidé avec une température générale de la terre plus élevée que celle d'aujourd'hui.

de deux aiguilles, sous le microscope simple, on finit par séparer des fibres dont la longueur varie depuis quelques millimètres jusqu'à $0^m,06$ et même plus. Si maintenant on dépose ces fibres dans la cellule en bitume d'un porte-objet, avec de la glycerine ou, mieux, l'un des liquides de M. Bourgogne, puis que l'on soumette cette préparation au microscope composé grossissant de 200 à 300 fois, on observe les caractères suivants :

» La fibre isolée ou cellule composante des filaments du lin se présente comme un tube transparent dont la cavité intérieure est très-petite par rapport au diamètre extérieur. Souvent même cette cavité n'est pas apparente. La surface du filament est tantôt lisse, tantôt finement striée dans le sens de la longueur. Le diamètre en est généralement assez uniforme, sauf vers les extrémités ; cependant il est quelquefois aplati : dans ce cas, il n'est pas tortillé sur lui-même comme le coton.

» Les extrémités se terminent en pointes, fines et allongées comme des aiguilles. Ce caractère se reconnaît sur un ensemble de cellules, mais il y a des exceptions. Cependant, en examinant les pointes d'un certain nombre de fibres, on reconnaît que cette forme est dominante.

» Les filaments du lin, vus en coupes très-minces, présentent des agglomérations de polygones à angles toujours saillants et à côtés droits ou légèrement convexes lorsque les fibres proviennent du corps de la tige. Au centre de chaque polygone se trouve un point noir ou brillant, suivant la mise au point de l'instrument qui indique le canal intérieur de la fibre. Ce canal est le plus généralement très-petit, arrondi, rarement plat. Le filament paraît solide et presque plein. On aperçoit quelquefois, mais faiblement, les couches de cellulose dont il est formé....

» *Chanvre.* — Le chanvre, divisé sous le microscope simple, présente des cellules dont la longueur est pareille à celles du lin ; elles sont en moyenne un peu plus grosses ; les stries longitudinales y sont plus profondes et plus accentuées. Elles offrent souvent des côtes saillantes très-apparentes. Le chanvre est plus fréquemment aplati que le lin, et le diamètre varie aussi davantage dans un même filament. Nous n'y avons jamais rencontré de stries en spirale, quel que soit le traitement que nous lui ayons fait subir et à quelque âge de la plante que nous ayons fait les observations. Lorsque le chanvre a été fortement blanchi, on découvre sur la plupart des fibres des fissures profondes et tres-marquées ; elles sont toujours parallèles à l'axe, nons n'en avons jamais trouvé d'obliques comme dans le lin.

» Les pointes des cellules sont généralement aplaties, le bout est arrondi et affecte des contours très-variés ; ainsi on en rencontre en forme de spa-

tule, d'autres en fer de lance; le plus souvent ces pointes sont très-irrégulières. On en voit quelquefois de fourchues, mais cette particularité appartient surtout aux cellules du pied.

» Les coupes présentent des formes très-irrégulières et très-variées. Tantôt ce sont des polygones à angles saillants, tantôt, et le plus souvent, ce sont des figures irrégulières à angles rentrants et à contours arrondis; dans les groupes, ces figures sont enchevêtrées les unes dans les autres. Leur contact est tellement intime, que souvent on ne peut distinguer les lignes de séparation, et le tout apparaît comme une masse homogène; ce n'est que par des artifices d'éclairage que l'on peut alors parvenir à reconnaître les lignes de séparation.

» Dans l'intérieur des coupes se trouve une ouverture représentant le canal central; cette ouverture est généralement de forme allongée et rappelle celle du contour extérieur; elle est ordinairement aussi irrégulière que ce dernier.

» *Jute.* — La jute est un filament qui nous vient d'Asie; on le retire de l'écorce d'un *corchorus.* Lorsque ce filament a été traité avec précaution par les alcalis et les chlorures alcalins pour détruire la matière incrustante, il se présente sous la loupe comme une agglomération de fibres grosses, épaisses, d'un diamètre régulier et fortement marquées de stries parallèles à l'axe. Ces filaments, qui paraissent simples au premier abord, se laissent cependant diviser par l'aiguille, et on les résout en cellules courtes, roides et terminées en pointes. Leur longueur varie depuis $0^m,0015$ jusqu'à $0^m,003$; on en trouve quelquefois qui atteignent jusqu'à $0^m,005$. Le corps de ces fibres vues au grossissement de 200 à 300 diamètres paraît plat et bordé de lignes brillantes; ces dernières représentent l'épaisseur de la paroi des cellules, qui est ordinairement très-mince par rapport aux dimensions des fibres. La surface est lisse, et on n'y trouve aucune trace de structure fibreuse, comme dans le chanvre et le lin. Les bords de ces fibres ne sont pas toujours unis; mais ils sont souvent dentelés et forment des sinuosités profondes ou saillantes. Ce caractère se remarque aussi dans les pointes; ces pointes sont quelquefois aiguës, plus souvent arrondies ou terminées d'une manière très-irrégulière. Le canal central est visible jusqu'à l'extrémité de la pointe.

» Les coupes offrent des agglomérations de polygones à côtés droits, étroitement accolés en groupes; au milieu de chaque polygone se trouve une ouverture arrondie à bords lisses, très-grande généralement par rapport au diamètre extérieur.

» *Phormium tenax.* — Ce filament provient des faisceaux vasculaires qui se trouvent disséminés dans la feuille d'une monocotylédonée bien connue aujourd'hui en France, comme plante d'ornement, le *Phormium tenax.* Il a beaucoup attiré l'attention des Anglais sous le nom de *New Zealand Flax* (lin de la Nouvelle-Zélande). En l'examinant au microscope simple, après lui avoir fait subir un certain degré de blanchiment, on est frappé tout d'abord par la finesse et la régularité des fibres qui se séparent l'une de l'autre avec la plus grande facilité; leur longueur varie entre $0^m,005$ et $0^m,011$. Au microscope composé, on constate que le diamètre de ces fibres est d'une uniformité remarquable sur toute sa longueur. Le canal central est généralement très-large, il est accusé par des lignes brillantes sur les bords qui indiquent l'épaisseur des parois. Les pointes se terminent toujours de même, elles s'amincissent graduellement et deviennent circulaires.

» Les coupes du filament écru ont le plus grand rapport avec celles du jute; elles forment des groupes que l'on pourrait confondre avec ceux de ce dernier; la cavité centrale, large et arrondie, a tout à fait le même aspect. Cependant les polygones ne paraissent pas en contact aussi immédiat, et leurs angles sont souvent arrondis. Lorsque les coupes sont faites sur un échantillon fortement blanchi, les branches sont presque toujours isolées, et dans les groupes, les pièces qui les composent sont un peu séparées l'une de l'autre. Dans le jute au contraire, lorsqu'il a été soumis aux mêmes opérations, les groupes restent plus entiers et on voit rarement des coupes isolées.

» *China grass.* — Il nous vient de Chine des tissus désignés sous le nom de *China grass cloth*, fabriqués avec un filament retiré d'une ortie que l'on dit être l'*Urtica nivea* ou *Bœhmeria nivea.*

» Ce filament, blanchi avec soin, se divise facilement avec les aiguilles, les fibres se séparent sans effort; ce caractère le différencie du chanvre, produit d'une autre urticée, avec lequel il a quelques rapports de forme, mais dont les fibres, mêmes blanchies d'une manière complète, conservent entre elles une grande adhérence dans les faisceaux. Les premières sont aussi beaucoup plus grosses que les secondes, et leur longueur est double, en moyenne. Nous avons trouvé que cette longueur variait entre $0^m,05$ et $0^m,12$, tandis que celle du chanvre atteint rarement $0^m,06$.

» Le China grass est, comme le chanvre, souvent marqué de sillons et de côtes saillantes. La surface est quelque fois unie, plus fréquemment garnie de cannelures longitudinales très-apparentes ou de stries fines. On aperçoit aussi par endroits, sur les bords, des fibrilles qui semblent se détacher du

corps de la cellule; on reconnaît qu'elles proviennent de côtes ou cannelures qui ont été déchirées et dont une partie reste encore adhérente à la surface. On trouve de plus un caractère que ce filament semble avoir en commun avec le lin, ce sont des fissures obliques à l'axe qui indiquent une disposition en spirale des fibrilles composantes. On peut constater aussi, dans certaines parties très-aplaties, des stries intérieures qui semblent se croiser; cette disposition est tout à fait semblable à celle du lin.

» Les pointes sont en général lancéolées, moins irrégulières que celles du chanvre; elles commencent à s'amincir graduellement à une grande distance de l'extrémité. Comparées au corps du filament auquel elles appartiennent, elles sont beaucoup plus fines et plus allongées que dans le chanvre.

» Les coupes offrent de grands rapports avec celles de ce dernier. Elles se présentent aussi par groupes lorsque le fil est écru; leurs figures sont très-irrégulières, contournées et à bords arrondis; mais les fibres sont moins enchevêtrées l'une dans l'autre, et leur contact est moins intime. Généralement plates et larges, elles ont quelque analogie avec celles du coton lorsqu'elles sont isolées.

» *Coton.* — Le coton est une bourre enveloppant les graines du *Gossypium,* sur lesquelles il est implanté comme une chevelure; c'est un poil creux, s'amincissant graduellement vers la pointe, qui est ordinairement mousse et arrondie. Il forme une sorte de sac, ouvert par un bout, fermé par l'autre, et dont les parois sont affaissées l'une sur l'autre; au microscope, ces poils paraissent complétement isolés les uns des autres. Ils sont plats et tortillés sur eux-mêmes. Cette disposition, signalée depuis longtemps, est caractéristique pour le coton. On aperçoit sur les bords de ce filament des lignes brillantes séparées du milieu par des ombres légèrement estompées, qui leur donnent l'apparence d'un bourrelet marginal; elles indiquent l'épaisseur de la paroi, qui est généralement très-petite par rapport à la cavité intérieure. Nous n'avons trouvé aucune trace de structure fibreuse dans le coton; sa substance paraît membraneuse; elle est plissée, souvent d'une manière irrégulière, comme cela doit arriver à une membrane mince soumise à des efforts de différentes sortes. Les pointes sont ordinairement arrondies.

» Les coupes du coton sont parfaitement caractérisées par leurs contours arrondis, leurs formes allongées et ordinairement repliées sur elles-mêmes vers les extrémités; elles rappellent souvent celles d'un rognon. Le canal central est représenté par une ligne noire qui suit les formes contournées de

la coupe. Les tranches ne sont jamais par groupes, mais toujours isolées.

» Le coton se distingue parfaitement, de tous les autres filaments employés dans l'industrie, par la forme de ses coupes et la disposition tortillée de ses fibres vues en long. Ces deux caractères réunis permettent de le reconnaître dans toute espèce de mélange. »

M. Bonjean adresse une Lettre faisant suite à sa communication précédente : « Le lait devant les tribunaux ».

(Commissaires précédemment nommés : MM. Boussingault, Bussy, Peligot.)

MM. Poincarré et **H. Bonnet** adressent, pour le concours des prix de Médecine et de Chirurgie, un Mémoire, accompagné de vingt-deux planches, et d'un résumé indiquant les points principaux de leurs recherches « sur l'Anatomie pathologique et la Nature de la paralysie générale ».

(Renvoi à la Commission.)

M. Guinier adresse, pour le concours des prix de Médecine et de Chirurgie, un Mémoire imprimé, portant pour titre : « Le laryngoscope à Cauterets. Étude du gargarisme laryngien », et joint à cet ouvrage une indication manuscrite des parties qu'il considère comme originales dans ce travail.

(Renvoi à la Commission.)

M. O. Larcher adresse, pour le concours des prix de Médecine et de Chirurgie, un ouvrage intitulé : « Pathologie de la protubérance annulaire », et joint à cet envoi une indication manuscrite des parties qu'il considère comme originales dans ce travail.

(Renvoi à la Commission.)

M. J. Dukerley adresse, de Batna, un tableau statistique des décès cholériques musulmans, survenus en 1867 dans les territoires civils de l'Algérie, et une nouvelle carte indicative du territoire préservé du choléra en 1867 par les cordons sanitaires établis autour de Batna. Cet envoi est accompagné d'une Note rectifiant deux erreurs commises sur les éléments géographiques de Batna.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. J. de Cigalla adresse à l'Académie une vue pittoresque de l'île de Santorin et de ses environs.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique autorise l'Académie à prélever, conformément à sa demande, sur les reliquats disponibles des fonds Montyon, la somme qu'elle doit mettre à la disposition de *M. Janssen*, chargé par elle d'utiliser le séjour qu'il doit faire dans l'Inde anglaise pour l'observation de l'éclipse de Soleil du mois d'août prochain, en étudiant un certain nombre de questions de physique céleste et terrestre.

La Lettre de M. le Ministre sera transmise à la Commission administrative.

M. le Directeur général des Douanes adresse à l'Académie un exemplaire du Tableau général des mouvements du cabotage en 1866, formant la suite et le complément du Tableau du commerce de la France pendant la même année.

MM. Bouillaud, Broca, Davaine, Marey, Poiseuille, Vulpian prient l'Académie de vouloir bien les comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante dans la Section de Médecine et de Chirurgie par le décès de *M. Serres*.

Ces Lettres seront transmises à la Section de Médecine et de Chirurgie.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, trois brochures de *M. Resal* relatives à diverses questions de mécanique appliquée.

Ces brochures seront soumises, à titre de documents, à la Section de Mécanique.

M. le Secrétaire perpétuel signale, en outre, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure de *M. Gruner*, intitulée : « Étude des bassins houillers de la Creuse », et donne lecture des parties suivantes de la Lettre d'envoi :

« Les bassins houillers de la Creuse ne sont pas grands ; ils mesurent à peine 3 000 hectares. Cette faible étendue est, de plus, morcelée en quatre lambeaux, dont deux seulement, le bassin d'Ahun et celui de Bostmoreau, renferment des couches exploitables. Malgré cela, ils offrent un certain

intérêt géologique, tant par la nature des terrains sous-jacents que par les roches éruptives qui les ont disloqués et le caractère spécial de leur flore.

» Le sol du département de la Creuse est essentiellement granitique; cependant on y rencontre aussi quelques autres roches; et, d'ailleurs, le granite lui-même s'y présente, comme partout, sous ses deux formes ordinaires, de granite *schisteux ancien* et de *granite éruptif*.

» Le granite schisteux, passant vers le haut au véritable gneiss, est à la base de toutes les roches du plateau central : c'est le granite du Pilat, le gneiss *ancien* d'Écosse, le granite des Vosges de M. Delesse. Il est surtout caractérisé par ses deux micas, blanc et noir, et l'abondance relative du quartz. Le gneiss passe lui-même au micaschiste, ou, sur d'autres points, aux schistes amphiboliques et aux schistes quartzo-graphitiques. Ces derniers se voient surtout le long de la lisière commune de l'Indre et de la Creuse.

» Le granite *éruptif* succède aux roches schisteuses anciennes; il traverse ces roches et en empâte les fragments isolés : c'est le granite par excellence, le granite du Forez, le granite des Ballons, caractérisé par sa structure massive, ses deux feldspaths et un seul mica de nuance foncée; ou, s'il renferme quelquefois aussi du mica blanc ou jaune doré, on ne rencontre ce dernier qu'au voisinage des veines de pegmatites.

» Sur les bords des massifs granitiques de la Creuse et de la Corrèze apparaît souvent un terrain spécial qui a été souvent confondu avec le gneiss et décrit comme tel; c'est une sorte de *tuf granitique* d'apparence variolitique, composé de fragments resoudés du terrain de gneiss et du granite éruptif. On l'observe surtout dans la vallée de la Creuse, auprès et en amont d'Aubusson. Ce terrain me semble lié au granite éruptif, comme les grès et tufs porphyriques le sont aux porphyres, et les tufs trachytiques aux trachytes proprement dits. C'est une sorte de brèche éruptive sans fossiles, plus ou moins remaniée par les eaux.

» Sur ces divers terrains *antésiluriens* repose directement, dans la Creuse, le système carbonifère, représenté, comme dans l'Allier, la Loire et le Rhône, par des lambeaux de grauwacke carbonifère, de grès anthraxifère et de roches houillères proprement dites. On y retrouve aussi les trois porphyres *siliceux*, de la période carbonifère signalés dans ma description du département de la Loire; et, de plus, un porphyre noir, *basique*, qui s'est répandu en nappes épaisses, dans les marécages houillers, au moment même de la formation de la houille.

» Quant au terrain houiller proprement dit, il n'est pas complet dans la

Creuse. Sa puissance est au maximum de 500 mètres au lieu de 2 à 3 000 mètres que l'on rencontre ailleurs. La partie haute de la formation houillère est seule représentée, malgré le caractère plus ou moins anthraciteux du combustible. Lorsqu'on compare la flore des bassins de la Creuse à celle de la Saxe, décrite par M. Geinitz, et aux débris organiques du département de la Loire, on voit que les zones inférieures manquent dans la Creuse. Les sigillaires font défaut; à leur place on rencontre surtout des frondes et des troncs de fougères avec des astérophyllitées. Je dois à l'extrême obligeance de M. Ad. Brongniart d'avoir pu fixer l'âge relativement récent de la flore du bassin de la Creuse. Cet éminent savant a bien voulu examiner la belle collection d'empreintes houillères réunie par les soins de M. F. Robert, l'habile directeur des mines d'Ahun.

» Je rappellerai, en terminant, que l'étude géologique générale de la Creuse et de la Haute-Vienne a été faite récemment avec un très-grand soin par M. Mallard, ingénieur des Mines. La carte géologique détaillée de ces deux départements se trouvait à l'Exposition de 1867; et c'est grâce à ce travail que j'ai pu figurer, sur la carte d'ensemble de mon Atlas, les limites exactes des divers terrains, compris entre les quatre lambeaux houillers de la Creuse. »

ANALYSE. — *Théorème sur les équations différentielles du premier ordre.* Note de **M. R. Radau**, présentée par M. Serret.

« Soit

$$\sum [\pm dx_1, x_2, \varphi_3^{(3)}, \varphi_4^{(4)}, \ldots, \varphi_n^{(n)}] = 0$$

une équation formée avec le déterminant des différentielles $dx_1, \ldots, dx_n$, des variables $x_1, \ldots, x_n$ et d'un nombre $n(n-3)$ de fonctions linéaires des x. Nous supposerons les $\varphi^{(3)}$ données par les relations

$$\varphi_p^{(3)} = A_{p1}x_1 + A_{p2}x_2 + \ldots + A_{pn}x_n.$$

Si nous avons recours à une transformation linéaire

$$u_p = a_{p1}x_1 + a_{p2}x_2 + \ldots + a_{pn}x_n,$$
$$x_p = \alpha_{1p}u_1 + \alpha_{2p}u_2 + \ldots + \alpha_{np}u_n,$$

nous pourrons toujours déterminer les coefficients a et α de telle sorte que

$$u_1^{\pi_1} u_2^{\pi_2} \ldots u_n^{\pi_n} = \text{const.}$$

soit l'intégrale de l'équation proposée. Il suffit pour cela de prendre les

n racines λ_p de l'équation

$$F(\lambda) = \begin{vmatrix} A_{11} - \lambda & A_{12} \ldots \ldots \ldots \\ A_{21} & A_{22} - \lambda \ldots \ldots \\ \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \\ \ldots \ldots \ldots \ldots & A_{nn} - \lambda \end{vmatrix} = 0$$

et de faire

$$a_{ph} = \frac{dF(\lambda_p)}{dA_{hk}}, \quad \alpha_{hp} = \frac{dF(\lambda_h)}{dA_{ph}}, \quad \pi_h = \frac{1}{(\lambda_{h+1} - \lambda_h)(\lambda_{h+2} - \lambda_h)\ldots(\lambda_{h-1} - \lambda_h)};$$

enfin

$$\varphi_p^{(m)} = \sum^{h} \alpha_{hp} \lambda_h^{m-2} u_h = \sum^{k, l, \ldots, r, s} A_{pk} A_{kl} \ldots A_{rs} x_s.$$

» La méthode donnée par Jacobi pour l'intégration de l'équation

$$L(x\,dy - y\,dx) - M\,dy + N\,dx = 0$$

découle de ce théorème en faisant $x_1 = 1$, $x_2 = x$ et $x_3 = y$. Les x_p peuvent d'ailleurs être des fonctions quelconques de deux variables principales.

» La démonstration du théorème repose sur les remarques suivantes. Nous avons d'abord :

$$x_p = \sum \alpha_{hp} u_h, \quad dx_p = \sum \alpha_{hp} u_h \, d\log u_h, \quad \varphi_p^{(m)} = \sum \alpha_{hp} u_h \lambda_h^{m-2},$$

et le déterminant des n^2 quantités dx_p, x_p et $\varphi_p^{(m)}$ s'obtient en multipliant le déterminant des coefficients α par le produit $u_1 u_2 \ldots u_n$ et par le déterminant

$$\begin{vmatrix} d\log u_1 & d\log u_2 \ldots \ldots \ldots \\ 1 & 1 & 1 \ldots \ldots \\ \lambda_1 & \lambda_2 & \lambda_3 \ldots \ldots \\ \lambda_1^2 & \lambda_2^2 & \lambda_3^2 \ldots \ldots \\ \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \end{vmatrix}$$

L'équation proposée se transforme ainsi en la suivante :

$$\sum \pi_h \, d\log u_h = 0,$$

où

$$\pi_h = \sum (\pm \lambda_{h+1}^0, \lambda_{h+2}^1, \ldots, \lambda_{h-1}^{n-2}).$$

Le déterminant π_h a pour expression le produit des différences des racines λ,

à l'exclusion de λ_h, ou bien le produit de toutes les différences, divisé par celui des différences $\lambda_h - \lambda_{h+k}$; on peut supprimer le numérateur commun et ne conserver que le dénominateur, ou bien prendre

$$\frac{1}{\pi_h} = (\lambda_{h+1} - \lambda_h)(\lambda_{h+2} - \lambda_h)\ldots(\lambda_{h-1} - \lambda_h).$$

Pour qu'on puisse avoir à la fois

$$\varphi_p^{(3)} = \sum^{k} A_{pk}\, x_k = \sum^{h,\,k} \alpha_{hk}\, A_{pk}\, u_h = \sum^{h} \alpha_{hp}\, \lambda_h\, u_h,$$

il faut que, pour une valeur quelconque de l'indice h,

$$\sum^{k} \alpha_{hk}\, A_{pk} - \alpha_{hp}\, \lambda_h = 0.$$

L'équation

$$\lambda_p\, u_p = \lambda_p \sum^{k} a_{pk}\, x_k = \sum^{h} a_{ph}\, \varphi_p^{(3)} = \sum^{h,\,k} a_{ph}\, A_{hk}\, x_k,$$

donnerait de même, pour une valeur quelconque de l'indice k,

$$\sum^{h} a_{ph}\, A_{hk} - a_{pk}\, \lambda_p = 0,$$

et ces relations montrent que les λ_p sont les racines de la résultante des coefficients A. On trouve encore

$$\alpha_{hp}\, \lambda_h = \sum^{k} A_{pk}\, \alpha_{hk},$$

et en remplaçant α_{hk} par sa valeur tirée de cette même équation,

$$\alpha_{hp}\, \lambda_h^2 = \sum^{k,\,l} A_{pk}\, A_{kl}\, \alpha_{hl},$$

d'où

$$\varphi_p^{(4)} = \sum^{h} \alpha_{hp}\, \lambda_h^2\, u_h = \sum^{k,\,l} A_{pk}\, A_{kl}\, x_l.$$

En répétant la même opération, on obtient les valeurs analogues des autres $\varphi^{(m)}$, exprimées par les A. L'équation proposée ne renferme donc que les n^2 coefficients A.

» Si nous supposons

$$n = 4, \quad x_1 = x, \quad x_2 = y, \quad x_3 = x_4 = 1,$$

notre équation prend la forme

$$(M_0 + M_1 x + M_2 y + M_3 y^2 + M_4 xy + M_5 x^2)\, dx - (N_0 + N_1 x + N_2 y + N_3 x^2 + N_4 xy + N_5 y^2)\, dy + (P_1 x^2 + P_2 xy + P_3 y^2)(x\, dy - y\, dx) = 0,$$

et les quinze coefficients M, N, P dépendent des seize coefficients A par quinze relations algébriques que l'on peut considérer comme une sorte d'intégrale de l'équation ci-dessus. L'un des coefficients diagonaux A_{pp} reste arbitraire, les quinze relations en question ne déterminent que les différences des A_{pp}. On peut, en effet, les augmenter tous d'une même quantité ε, sans rien changer ni aux coefficients M, N, P, ni aux différences $\lambda_h - \lambda_k$, ni aux coefficients a qui déterminent les u. »

GÉOMÉTRIE. — *Réciproque d'une proposition sur les coniques homothétiques qui ont le même centre.* Note de **M. E. Barbier**, présentée par M. Bertrand.

« 1. *Si deux courbes sont telles que toute sécante donne deux segments égaux, compris l'un et l'autre entre les deux courbes, les courbes ne sont autres que deux coniques homothétiques.* M. J. Bertrand, après avoir mis en évidence le défaut d'une prétendue démonstration de cette proposition, la démontra, dans le *Journal de M. Liouville*, dans le cas de deux courbes infiniment voisines; nous pouvons démontrer la proposition en général, comme on va le voir dans cette Note.

» 2. *Lemme.* — Si l'on peut démontrer qu'une courbe est telle, qu'en prenant à volonté deux points sur cette courbe, on puisse faire passer une conique doublement osculatrice à la courbe en ces deux points, la courbe ne peut être qu'une conique qui se confond avec toute conique doublement osculatrice qu'on lui mènerait.

» Pour démontrer cette proposition, rappelons-nous : 1° que M. Bertrand a démontré que les coniques sont les seules courbes dont toutes les lignes diamétrales sont droites; 2° qu'il n'y a pas de courbe qui, en un point quelconque, ait avec la tangente au même point un contact d'ordre supérieur au premier.

» Au milieu de la droite qui joint les points d'osculation de deux courbes doublement osculatrices, les lignes diamétrales conjuguées à la direction de la droite sont osculatrices; si l'une des deux courbes est une conique, on peut donc dire qu'au milieu de la ligne droite, qui joint les

deux points d'osculation, la ligne diamétrale correspondante est une osculatrice à sa tangente.

» Le lemme se démontre maintenant ainsi : La courbe dont il s'agit a des lignes diamétrales continuellement osculatrices à ses tangentes, c'est-à-dire des lignes droites diamétrales; en vertu de la proposition démontrée par M. Bertrand, la courbe ayant des lignes droites pour lignes diamétrales conjuguées à une direction quelconque ne peut être qu'un conique : le lemme s'ensuit.

» 3. Le lemme qui vient d'être posé nous permet de réduire la démonstration de notre proposition à la démonstration de celle-ci : Si deux courbes sont telles, que toute sécante donne deux segments égaux, compris l'un et l'autre entre les deux courbes, on peut mener une conique doublement osculatrice en deux points pris à volonté sur l'une des courbes.

» Soient B et C deux points pris sur l'une des courbes : la corde BC *prolongée* coupe l'autre courbe aux points A et D, on a $AB = CD$. Nous pouvons considérer une première conique ayant deux points infiniment voisins du point B, communs avec la première courbe, et trois points infiniment voisins du point C, communs avec cette même courbe, puis faire passer par le point A une seconde conique concentrique et homothétique à la première; elle passera par le point D, à cause de $AB = CD$.

» Une sécante faisant avec la ligne droite ABCD un angle infiniment petit du premier ordre donnerait, dans le système des deux courbes,

$$A'B' = C'D',$$

et dans le système des deux coniques,

$$A''B'' = C''D'',$$

d'où, par soustraction, l'équation

$$A'A'' - B'B'' = C'C'' - D'D'',$$

dans laquelle $A'A''$, $B'B''$, $C'C''$, $D'D''$ sont des quantités infiniment petites.

» Or, nous allons supposer qu'il n'y ait que deux points infiniment voisins réunis au point B et trois réunis au point C, et réduire à l'impossible cette supposition; nous l'abandonnerons alors, et remarquant que nous pouvions astreindre notre première conique à ces cinq conditions, nous serons conduits à la supposition de l'énoncé, à savoir : que cette conique, déterminée par le contact et par l'osculation d'une courbe en des points donnés B et C, est, par cela même, doublement osculatrice à cette courbe.

» 4. Réduisons à l'absurde l'hypothèse d'un contact en A et d'une osculation en C, par le moyen de l'équation :

$$A'A'' - B'B'' = C'C'' - D'D'',$$

où l'on peut supposer l'une des quantités nulles, en faisant passer la sécante A'B'C'D' par l'un des points A, B, C, ou D :

» 1° Si A'B'C'D' passe au point A, $A'A'' = 0$, et comme C'C'' est d'ordre supérieur à B'B'', on en conclut que B'B'' et D'D'' sont de même ordre et de même signe ; il y a donc un simple contact en D comme en B, et le sens du contact est le même en ces deux points.

» 2° Si A'B'C'D' passe au point D, on conclut que A'A'' et B'B'' sont de même ordre infinitésimal et de même signe, et, par suite, qu'en A, comme en B, il y a un simple contact, le sens du contact étant le même en ces deux points.

» Notre hypothèse nous amène donc à affirmer hypothétiquement, qu'en A et en D la seconde conique est tangente à la seconde courbe, dans un même sens, qui est le même que le sens du contact de la première conique et de la première courbe au point B.

» 3° Si A'B'C'D' passe au point B, nous devons admettre que A'A'' et D'D'' sont de signes contraires ; les contacts en A et en D n'ont donc pas le même sens, ce qui contredit une conclusion précédente.

» L'hypothèse d'un contact simple en B et d'une osculation en C ne se soutient pas ; nous devons l'abandonner, ainsi que nous l'avons annoncé, pour adopter qu'en deux points pris sur la première courbe, il y a une conique doublement osculatrice à cette courbe ; en vertu de notre lemme, cette première courbe n'est autre qu'une conique, et, par suite, la seconde courbe se confond avec une conique homothétique à la première.

» 5. Nous pouvons donc affirmer qu'il n'y a que la couche ellipsoïdale, considérée dans la question de l'attraction des ellipsoïdes, qui prenne deux segments égaux de toute sécante qui la traverse.

» En effet, toutes les sections planes pourraient être soumises à notre démonstration, et l'on sait, d'ailleurs, qu'il n'y a que les surfaces du second degré dont toutes les sections planes soient des coniques.

» 6. Pour terminer, nous indiquerons la démonstration qu'on peut donner de cette proposition : Il n'y a que les coniques dont toutes les lignes diamétrales soient droites.

» En effet, dans une courbe, on peut inscrire une ligne brisée ABCDEFGHI..., dont les côtés soient alternativement parallèles à deux

directions données; cette construction donnera autant de points que l'on voudra, et ces points seront aussi voisins que l'on voudra, si l'angle des deux directions est infiniment petit; or il est facile de montrer que la conique déterminée par les cinq points A, B, C, D, E passe par les points obtenus en continuant la construction; donc la courbe n'est autre qu'une conique. »

ASTRONOMIE. — *Note sur un procédé d'analyse prismatique de la lumière des étoiles scintillantes; par* **M. Ch. Montigny.**

« Dans une Note récemment présentée à l'Académie au sujet de l'application du spectroscope à la scintillation, M. Wolff a signalé, comme un fait nouvellement observé, le passage de bandes sur le spectre d'une étoile scintillante étalé dans un spectroscope. Je ferai remarquer que, dans le Mémoire où j'ai exposé une théorie de la scintillation (*Mémoires des Savants étrangers*, publiés par l'Académie royale de Belgique, t. XXVIII, p. 14), j'indique un procédé d'analyse de la scintillation qui consiste à disposer en avant de l'objectif d'une lunette un prisme à l'aide duquel la lumière d'une étoile scintillante s'étale en spectre, et où je signale les changements continuels que l'ensemble et les parties de l'image prismatique amplifiée de l'étoile éprouvent par la scintillation.

» Il est hors de doute que ce procédé, dont l'application remonte au mois de février 1852, ainsi que mon Mémoire le constate, n'est rien autre en principe, et même en application, que le procédé d'analyse à l'aide du spectroscope. Je suis persuadé que M. Wolff n'a eu connaissance ni du mode d'analyse des étoiles scintillantes qui m'est propre, ni des particularités que j'ai découvertes à ce sujet. Je suis heureux que l'application du spectroscope à ce genre d'études faite par ce savant, tout en rappelant l'attention sur ce mode d'analyse de la scintillation, confirme les particularités que j'ai signalées aussi à l'égard de l'étoile *Sirius*. En effet, j'ai exposé avec détails dans mon Mémoire le fait du passage des bandes que je caractérisai en les appelant des *disparitions*, des *raccourcissements* et des *allongements*, qui s'élancent en traits rapides et saccadés, tantôt sur toute l'étendue du spectre, tantôt sur ses diverses parties colorées, plus souvent et sur une plus grande étendue du côté du bleu et du violet que vers l'extrémité du spectre où s'étalent les rayons moins réfrangibles. J'ai signalé un autre fait, mais moins fréquent : c'est l'apparition d'un trait lumineux qui semble s'élancer comme un éclair sur toute l'étendue du spectre, alors très-agité.

» Je montre dans mon Mémoire que ces particularités s'expliquent aisément dans la théorie de la scintillation que j'y développe, en l'appuyant, à l'aide de calculs indispensables : d'une part, sur le fait incontestable de la séparation, par dispersion atmosphérique, des faisceaux de rayons diversement colorés émanés d'une même étoile en traversant l'atmosphère, avant leur réunion en avant de l'œil ou de la lunette; et d'autre part, sur les interceptions partielles ou totales que subissent ces faisceaux colorés par des effets de réflexion totale qui doivent se produire à l'égard de ces faisceaux, aux surfaces de séparation des ondes aériennes de densités différentes, dont les mouvements si variés agitent incessamment les couches atmosphériques.

» Ces indications générales des bases de ma théorie sont indispensables ici à l'explication des particularités signalées, explication que je me permettrai de rappeler au point de vue de cette théorie, en citant le passage suivant de mon Mémoire :

« L'observation du spectre de Sirius obtenu au moyen d'un prisme a » montré que les couleurs bleue et violette sont les parties où les extinc- » tions partielles ou complètes se manifestent le plus souvent. Ce fait se » conçoit aisément, si l'on remarque que, parmi les rayons dispersés par » l'atmosphère, les trajectoires des divers rayons bleus et violets sont en » plus grand nombre que les trajectoires des autres rayons, le jaune et le » rouge surtout; car, dans le spectre produit par un milieu solide ou li- » quide, le bleu, l'indigo et le violet occupent des espaces plus étendus » que les autres couleurs, quand la lumière primitive est blanche : or tel » est le cas de Sirius. Cela posé, il est évident que les chances d'intercep- » tions partielles par phénomène de réflexion totale ont été plus fréquen- » tes pour les rayons violets et bleus que pour les teintes de l'extrémité » opposée, puisque les premiers, plus nombreux dans la dispersion par » l'atmosphère, se trouvèrent, avant d'atteindre le prisme, dans des condi- » tions à rencontrer plus d'ondes aériennes que les trajectoires constitutives » du jaune et du rouge.

» Ajoutons aussi que la réfrangibilité par l'air étant sensiblement moin- » dre pour les rayons rouges et jaunes que pour les bleus et les violets, les » premiers doivent échapper parfois à certains effets d'angle-limite, et les » seconds, au contraire, se trouver plutôt dans les conditions de ces effets. » Ces raisons nous font ainsi comprendre pourquoi le bleu et le violet du » spectre de Sirius, produits par un prisme et observés dans une lunette, » ont présenté des raccourcissements plus fréquents et sur une plus grande » étendue que les variations semblables des autres couleurs. »

PHYSIQUE. — *Détermination des volumes v et w, l'un plein, l'autre vide de matière pondérable, constituant le volume V apparent d'un corps.* Note de **M. P. Volpicelli.**

« Des équations bien connues

$$(1)\qquad V = w + v, \quad v = \frac{m}{d'}, \quad \frac{m}{V} = d,$$

dans lesquelles m représente la masse pondérable contenue dans V, tandis que d et d' expriment les densités moyennes, correspondantes aux volumes V, v, nous aurons

$$(2)\qquad w = \frac{d' - d}{d'} V, \quad v = \frac{d}{d'} V,$$

c'est-à-dire que, dans le volume apparent d'un corps, le vide est au plein comme la différence entre la densité maximum et celle du corps est à cette dernière densité.

» Pour déterminer approximativement la densité d', rappelons-nous que la densité du platine laminé est $d = 26,669$ (*); et en supposant que ce métal ne contenait pas de pores, on aurait, pour le moins, $d' = 23$; les équations (2) se réduiraient alors à celles-ci :

$$(3)\qquad w = \frac{23 - d}{23} V, \quad v = \frac{d}{23} V.$$

Tout le monde comprend néanmoins que la première des équations (3) donnera toujours une valeur moindre, tandis que la seconde donnera une valeur supérieure à la véritable; puisque en réalité d' devrait être plus grand que 23.

» *Applications.* — Pour l'eau distillée on devra avoir $d = 1$; conséquemment, des équations (3) nous déduirons

$$w = 0,956521\,V, \quad v = 0,043478\,V.$$

Pour l'hydrogène, la densité de l'eau étant 1, nous aurons

$$d = 0,0000894\ (^{**}),$$

et les formules (3) donneront

$$w = 0,99999611\ V, \quad v = 0,00000388\,V.$$

(*) Pouillet, *Éléments de Physique;* 7e édit., t. Ier, p. 259.

(**) Pouillet, *Éléments de Physique;* 7e édit., t. Ier, p. 259.

En outre, si l'on pose

$$\frac{23 - d}{23} = 0,5,$$

on aura

$$d = 11,5;$$

et des équations (3) nous obtiendrons celles-ci :

$$w = 0,5\,\mathrm{V}, \quad v = 0,5\,\mathrm{V}.$$

Par conséquent, puisque w croît si d diminue, et *vice versâ*, nous pourrons conclure que, dans l'hypothèse adoptée, tout corps ayant une densité moindre que 11,5 aura plus de la moitié de son volume apparent privé de matière pondérable. Du reste, nous pouvons être certains que toujours la valeur de w sera de beaucoup supérieure à celle de v, et de beaucoup supérieure à celle qui est indiquée des équations (3).

» Pour obtenir une seconde expression des volumes w, v, supposons qu'un corps quelconque soit formé de molécules de l'ordre $n^{ième}$; celles-ci d'autres de l'ordre $(n-1)^{ième}$, et ainsi de suite, jusqu'aux molécules de l'ordre premier, lesquelles seront toutes de matière continue, c'est-à-dire sans pores : *Sunt igitur solida et sine inani corpora prima* (**). Appelons w_n le volume total de vide dont les molécules de l'ordre $n^{ième}$ sont enveloppées; tandis que nous désignerons par u_n le volume total, partie vide, partie plein, occupé par toutes les molécules de l'ordre $n^{ième}$. Supposons, d'autre part, que le volume total vide qui entoure toutes les molécules, de quelque ordre qu'elles soient, égale toujours k fois le volume, en partie vide, en partie plein, occupé par les molécules mêmes; alors nous aurons

$$w_n = ku_n. \tag{4}$$

Mais u_n résulte d'une partie vide w_{n-1} et d'une autre u_{n-1} occupée par les molécules de l'ordre $(n-1)^{ième}$; donc

$$u_n = w_{n-1} + u_{n-1};$$

et opérant la substitution dans l'équation (4), on aura

$$w_n = k(w_{n-1} + u_{n-1}).$$

Or l'hypothèse adoptée établit

$$w_{n-1} = ku_{n-};$$

(**) *Lucr.*, t. I, vers 511.

par conséquent,

(5) $$w_n = (k+1)w_{n-1}.$$

» Dans celle-ci, si l'on substitue à n successivement

$$n-1,\ n-2,\ n-3,\ldots,\ 3,\ 2,$$

on aura

(6) $$w_n = (k+1)^{n-1} w_1,$$

w_1 exprimant l'espace vide qui environne les molécules de premier ordre, lesquelles, étant de matière continue, représentent les atomes.

» Appelons w tout l'espace, vide de matière pondérable, compris dans le corps; nous déduirons de l'équation (6)

$$w = [(k+1)^{n-1} + (k+1)^{n-2} + (k+1)^{n-3} + \ldots + (k+1) + 1] w_1 = \frac{(k+1)^n - 1}{k} w_1;$$

mais, par suite de l'hypothèse adoptée, on doit avoir $w'' = kv$, donc

(7) $$w = [(k+1)^n - 1]\,\mathrm{V}.$$

Si nous substituons cette valeur dans la première des équations (1), nous aurons les suivantes :

(8) $$v = \frac{\mathrm{V}}{(k+1)^n}, \quad w = \frac{[(k+1)^n - 1]\mathrm{V}}{(k+1)^n}.$$

En comparant ces dernières avec les équations (2), nous aurons les équations

$$\frac{d'-d}{d'} = \frac{(k+1)^n - 1}{(k+1)^n}, \quad \frac{d}{d'} = \frac{1}{(k+1)^n},$$

et de la première, ainsi que de la seconde, on tirera

(9) $$n = \frac{\log d' - \log d}{\log(k+1)}.$$

Comme la densité d' de la matière continue doit être constante pour toute substance, il n'y a de variable dans l'équation (9) que la seule densité d. Par conséquent, nous concluons que l'ordre $n^{\text{ième}}$ de la molécule, entre les plus complexes d'un corps, croît à mesure que diminue la densité de ce même corps, et *vice versâ*.

» *Corollaire*. — Newton, lui aussi, a étudié la partie pleine de matière pondérable, et celle qui en est privée, dans le volume apparent des corps (*), mais sans traduire en calcul son hypothèse, qui résulte de la

(*) *Traité d'Optique;* Paris, 1722, p. 315 et 316.

nôtre, si l'on suppose $k = 1$. Pourtant, si l'on introduit cette particularité dans les formules précédentes, on tire de l'équation (7)

$$w = (2^n - 1)v,$$

dans laquelle, en faisant $n = 2, 3, 4, 5, 6, \ldots$, on aura $w = 3, 7, 15, 31, 63, \ldots$, c'est-à-dire qu'un corps dont les molécules les plus complexes appartiennent au 2e, 3e, 4e, 5e, 6e,... ordre, aura, selon l'hypothèse de Newton, 3, 7, 15, 31, 63,... fois plus d'espace vide que d'espace plein, dans son volume apparent.

» Les équations (8), pour $k = 1$, donnent

$$v = \frac{V}{2^n}, \quad w = \left(\frac{2^n - 1}{2^n}\right) V;$$

tandis que de l'équation (9), on déduit

$$n = \frac{\log d' - \log d}{\log 2}. \text{ »}$$

GÉOLOGIE. — *Sur la composition du gaz dégagé dans la dernière éruption des Açores.* Note de **M. Fouqué**, présentée par M. Ch. Sainte-Claire Deville.

« L'éruption sous-marine, survenue l'été dernier, près de l'île de Terceira, a été signalée par un dégagement de gaz, qui a persisté plusieurs mois après que tous les autres phénomènes avaient complétement cessé. J'ai pu recueillir environ 30 centimètres cubes de ce gaz, et je viens d'en effectuer l'analyse dans le laboratoire de géologie du Collége de France. Un essai grossier effectué sur place m'avait déjà permis de déterminer approximativement sa composition et d'y reconnaître la présence d'éléments combustibles. L'analyse exacte fournit les résultats suivants :

		Ou en supposant que l'oxygène y soit accidentel.	
Protocarbure d'hydrogène	16,75	16,75	40,01
Hydrogène	0,32	0,32	0,76
Acide carbonique	2,27	2,27	5,47
Oxygène	12,21 (*)		
Azote	68,45	22,52	54,36
	100,00	41,86	100,00

(*) Air : 12,21 oxygène, 45,93 azote.

» Lorsque j'ai recueilli ce gaz, les difficultés considérables que j'ai éprouvées dans l'opération me font craindre que la plus grande partie de l'oxygène et de l'azote ne provienne d'une introduction accidentelle d'air atmosphérique dans la cloche dont je me suis servi. Cependant comme l'azote se trouve dépasser de beaucoup, par rapport à l'oxygène, la proportion connue de ce gaz dans l'air, on peut penser qu'il entre peut-être pour plus de moitié dans la composition du gaz éruptif. Celui-ci est surtout caractérisé par les deux gaz combustibles que l'analyse y décèle. Le protocarbure d'hydrogène prédomine de beaucoup par rapport à l'hydrogène, ce à quoi on pouvait s'attendre d'après l'état de déclin de l'éruption. Enfin, il faut aussi noter l'acide carbonique, qui n'existe dans ce gaz qu'en petite quantité, très-probablement à cause de sa grande solubilité dans l'eau.

» Afin de reconnaître les changements que le passage à travers l'eau de la mer avait pu apporter dans la composition du gaz, j'ai rempli deux bouteilles sur le lieu du dégagement gazeux, l'une avec de l'eau prise à la surface de la mer, l'autre avec de l'eau prise au fond, à une profondeur de 205 brasses. Ces bouteilles, soigneusement cachetées, ont été rapportées à Paris et ouvertes dernièrement. Le gaz tenu en dissolution dans l'eau qu'elles contenaient a été dégagé par l'ébullition et analysé ensuite.

» L'eau recueillie à la surface de la mer avait une densité de 1,0275 à 10°,2. Par l'ébullition, elle a abandonné pour 1 litre d'eau, 20^{cc},4 de gaz ramené à 0 degré et sous la pression 760 millimètres. Ce gaz était composé comme il suit :

Oxygène	10,19
Azote	76,40
Acide carbonique	13,41
	100,00

» Pour recueillir de l'eau au fond de la mer, je me suis servi d'une bouteille ordinaire, munie seulement d'une garniture en jonc et attachée par son goulot, à l'aide d'un lien court, à une sonde conique en plomb très-lourde. Son fond était appesanti par un petit disque en plomb et attaché à une longue corde, de manière à ce que, dans le mouvement de descente, le goulot se trouvait maintenu en bas par le poids de la sonde. Une seconde corde, attachée à l'autre extrémité de la sonde, était dévidée en même temps que la première et restait flottante pendant la descente. Elle servait à retourner la bouteille lorsque celle-ci était arrivée au fond de la mer et à la ramener à la surface après qu'elle s'était remplie d'eau. Ce procédé est cer-

tainement fort imparfait, puisque la bouteille remplie d'eau remonte débouchée; mais le manque d'instruments spéciaux ne m'a pas permis d'employer un moyen plus précis. Malgré l'imperfection du procédé employé, les résultats de l'analyse semblent indiquer qu'il fonctionne mieux qu'on n'aurait pu le penser.

» L'eau que j'ai ainsi recueillie au fond de la mer a pour densité 1,0296 à 10°,2. Par l'ébullition, elle a abandonné, pour 1 litre d'eau, $61^{cc},3$ de gaz ramené à 0 degré et sous la pression 760 millimètres. Ce gaz offre la composition suivante :

Oxygène	1,21
Azote	26,43
Acide carbonique	72,36
Gaz combustibles	traces
	100,00

» Ce gaz, pas plus que le précédent, n'a présenté aucune trace d'acide sulfhydrique, bien que, peu de temps auparavant, l'acide sulfhydrique ait été dégagé en abondance dans les mêmes parages.

» L'eau de la surface a donné à l'évaporation un résidu salin de $35^{gr},379$ pour 1 litre; celle du fond a fourni $38^{gr},222$.

» 100 grammes de l'eau prise à la surface ont donné avec le nitrate d'argent un précipité de $6^{gr},603$ de chlorure d'argent correspondant à $1^{gr},730$ de chlore; et la même quantité de cette eau, traitée par le nitrate de baryte, a fourni un précipité de $0^{gr},638$ de sulfate de baryte, correspondant à $0^{gr},222$ d'acide sulfurique.

» 100 grammes de l'eau du fond de la mer ont donné de même $6^{gr},721$ de chlorure d'argent et $0^{gr},984$ de sulfate de baryte, correspondant respectivement à $1^{gr},761$ de chlore et à $0^{gr},339$ d'acide sulfurique.

» Ainsi la proportion des chlorures dans l'eau recueillie augmente très-peu avec la profondeur, tandis que celle des sulfates augmente d'environ la moitié. Ce dernier résultat, joint à la faible quantité d'oxygène trouvée en dissolution au fond de la mer, doit peut-être s'expliquer par la décomposition de l'acide sulfhydrique par l'oxygène primitivement dissous. »

GÉOLOGIE. — *Faits pour servir à l'histoire éruptive du Vésuve.* Extrait d'une Lettre de **M. Palmieri** à M. Ch. Sainte-Claire Deville.

« J'ai lu dans le *Compte rendu* du 13 mars l'intéressante communication de M. Silvestri sur la dernière éruption du Vésuve, et, tout en appréciant

hautement les analyses présentées par ce savant, je ne puis laisser sans observation ce qu'il dit de l'acidité des fumerolles des laves qui coulent encore, ou qui sont dans leur première période d'apparition. J'affirme donc que les vapeurs de la lave en mouvement ne donnent ni réaction acide, ni réaction alcaline; mais, si l'observateur se place sur les moraines de la lave qui coule, il lui est très-facile d'aspirer, avec les fumées de cette lave, celles des fumerolles très-nombreuses de la moraine elle-même : et celles-ci peuvent être dans la période acide. Je sais que M. Silvestri a reconnu dans les vapeurs qu'il a condensées quelques traces d'acidité; mais on peut supposer que cette acidité provenait du milieu dans lequel il opérait, car, en ce moment, il y avait dans l'*atrio del Cavallo* un grand nombre de fumerolles qui répandaient leurs émanations dans l'atmosphère. Pour moi, qui mille fois me suis trouvé dans les circonstances les plus favorables, je me suis parfaitement assuré et j'affirme que les vapeurs de la lave coulante ne donnent sensiblement ni réaction acide, ni réaction alcaline. Tel est certainement le cas des fumerolles dans la première période de leur existence. Sans discuter ici si toutes les fumerolles de cette première période sont anhydres, j'affirme que j'en ai plusieurs fois reconnu l'existence depuis que j'ai assisté aux expériences faites par vous, en 1855, dans la *fossa della Vetrana.* »

M. F. Jean fait savoir à l'Académie qu'il faut attribuer à une erreur de calcul ce résultat annoncé par lui, dans la séance du 20 avril, que la fusion du phosphate tribasique de chaux avec un excès de sulfate de soude et de charbon donne la presque totalité de l'acide phosphorique à l'état de phosphate neutre de soude. Des essais récents lui ont prouvé que, dans ces conditions, le phosphate de chaux ne cède que les deux tiers de l'acide phosphorique à l'état soluble.

M. Omboni adresse, de Milan, une brochure posthume de *M. G. Belli*, tendant à confirmer l'opinion récemment formulée par M. Raillard sur l'inefficacité de l'état de fusion des roches centrales du globe, pour produire des dislocations dans l'écorce terrestre.

M. H. Strigsohn adresse une Note relative à un revêtement des bords des coquilles de *Campylodiscus Noricus* par des Pseudopodies ciliformes.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. de Quatrefages.

M. Pétrément adresse, de Saint-Aignan (Loir-et-Cher), la description

d'un système imaginé par lui pour rendre secrète une dépêche télégraphique quelconque. « D'après cette méthode, dit l'auteur, un télégramme deviendrait aussi inviolable qu'une lettre confiée à la poste, et le contenu en demeurerait impénétrable à tout employé chargé de l'expédition ou de la réception de la dépêche. »

Cette communication sera soumise à l'examen de M. Edm. Becquerel.

M. **Dupuy** soumet à l'examen de l'Académie une Table destinée à déterminer la date de Pâques pour tous les siècles, jusqu'à la fin des temps.

Cette communication sera soumise à l'examen de M. Mathieu.

M. **Labrousse** adresse une Note concernant une application des propriétés de la courbe logarithmique à la manœuvre du *sémaphore sportif*.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Chasles.

M. **Zaliwski-Mikorski** adresse une Note relative à la pesanteur de l'air.

M. **Poggiale** demande que l'Académie veuille bien lui donner communication du travail « sur le Développement physique et intellectuel » qu'il a adressé récemment pour le concours des prix de Médecine et de Chirurgie.

Cette Lettre sera soumise à la Commission.

M. **Tonnet** demande et obtient l'autorisation de retirer du Secrétariat le Mémoire qu'il a adressé l'an dernier sur l'origine et la formation des bassins houillers.

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 6 heures et demie. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 11 mai 1868, les ouvrages dont les titres suivent :

Rapport extrait des archives de la Commission scientifique du Mexique (t. III, 1867); *par* M. le Baron LARREY, *sur un Mémoire de* MM. Raph. LUCIO et Ign. ALVARADO, *traduit par* M. REBSTOCK, *concernant le mal de Saint-Lazare ou éléphantiasis des Grecs*. Paris, 1868; opuscule in-8°.

Rapport sur la Gazette médicale de Mexico; *par* M. le Baron LARREY. Paris, 1868; opuscule in-8°.

L'hiver de 1868 *à Montpellier; par* M. Ch. MARTINS. Montpellier, 1868; br. in-8°.

Direction générale des Douanes et des Contributions indirectes. — Tableau général des mouvements du cabotage pendant l'année 1866. Paris, 1867; in-folio.

Étude des bassins houillers de la Creuse; par M. GRUNER, publiée par les soins de l'Administration des Mines. Paris, 1868; in-4° avec atlas.

Chapitre XVI de la Statistique du Haut-Rhin, ou Historique de l'indienne à Mulhouse jusqu'en 1830. Mulhouse, 1868; in-4°.

La variabilité des espèces et ses limites; par M. Ernest FAIVRE. Paris, 1868; in-8°. (Présenté par M. Cl. Bernard.)

Produits végétaux du Portugal considérés au point de vue de l'alimentation et de la matière médicale; par MM. J.-L. SOUBEIRAN *et* A. DELONDRE. Paris, 1867; br. in-8°. (Présenté par M. Coste.)

Annuaire de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, 1868, 34e année. Bruxelles, 1868; in-12.

Société de prévoyance des Pharmaciens de la Seine. — Assemblée générale annuelle tenue rue de l'Arbalète, n° 21, *le* 8 *avril* 1868. — *Présidence de* M. A. VÉE. Paris, 1868; in-8°.

Le problème de la navigation aérienne : solution; par M. CORDENONS, Doct. PASCAL. Vérone, 1868; br. in-8°.

The... *L'Athenæum,* livraisons de janvier et de février 1868. Londres, 1868; 2 livraisons in-4°.

Morse's... *Brevet Morse. Exposé complet des prétentions du* Dr Charles T. JACKSON *à l'invention du télégraphe américain électro-magnétique.* Paris, sans date; br. in-8°.

Modern... *Télégraphe moderne. — Quelques erreurs concernant des dates ou des assertions dans l'histoire de la télégraphie exposées et rectifiées; par* M. Samuel F.-B. MORSE, inventeur du *Recording or generic telegraph.* Paris, sans date; br. in-8°.

Teorica... *Theorie des fonctions à variables complexes; par* M. F. CASORATI. Pavie, 1868; in-8°. (Présenté par M. Hermite.)

ERRATUM.

(Séance du 30 mars 1868.)

Page 662, ligne 6, *au lieu de* M. Outrerley, *lisez* M. Dukerley.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 MAI 1868,

PRÉSIDÉE PAR M. CHEVREUL.

PRIX DÉCERNÉS.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

QUESTION PROPOSÉE POUR 1855, REMPLACÉE PAR UNE AUTRE POUR 1861, REMISE A 1863, PUIS A 1865 ET ENFIN A 1867.

(Commissaires : MM. Duhamel, Liouville, Ossian Bonnet, Bertrand, Serret rapporteur.)

L'Académie avait mis au Concours pour 1867 la question suivante :

« *Trouver quel doit être l'état calorifique d'un corps solide homogène indéfini,* » *pour qu'un système de lignes isothermes, à un instant donné, reste isotherme* » *après un temps quelconque, de telle sorte que la température d'un point puisse* » *s'exprimer en fonction du temps et de deux autres variables indépendantes.* »

Un seul Mémoire a été envoyé au Concours; il n'a pas été jugé digne du prix.

La Commission pense qu'il y a lieu de retirer la question du Concours, et elle propose à l'Académie de la remplacer par la suivante :

« *Rechercher expérimentalement les modifications qu'éprouve la lumière dans* » *son mode de propagation et ses propriétés, par suite du mouvement de la* » *source lumineuse et du mouvement de l'observateur.* »

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

GRAND PRIX DE MATHÉMATIQUES,

A DÉCERNER EN 1867.

QUESTION SUBSTITUÉE A CELLE DE LA THÉORIE DES MARÉES PROPOSÉE D'ABORD POUR 1856.

(Commissaires : MM. Serret, Liouville, Chasles, Hermite, Ossian Bonnet rapporteur.)

Rapport sur le Concours de l'année 1867.

La question proposée était énoncée en ces termes :

« *Apporter un progrès notable dans la théorie des surfaces algébriques.* »

Un seul Mémoire a été envoyé au Concours, l'auteur s'est borné à considérer les surfaces du troisième ordre. On sait que ces surfaces particulières ont été l'objet de travaux importants dus à un très-grand nombre de géomètres; aussi, une nouvelle étude sur un sujet tant exploré devait difficilement conduire à des résultats entièrement nouveaux. Le Mémoire soumis à notre examen ne nous a pas paru offrir à un degré suffisant le caractère d'originalité que l'Académie exige dans les recherches provoquées par elle. En conséquence, votre Commission a décidé qu'il n'y a pas lieu de décerner le prix; elle vous propose, en outre, de retirer la question du Concours et de la remplacer par la suivante :

« *Faire l'étude des équations relatives à la détermination des modules sin-* » *guliers, pour lesquels la formule de transformation dans la théorie des fonctions* » *elliptiques conduit à la multiplication complexe.* »

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

GRAND PRIX DE MATHÉMATIQUES.

QUESTION PROPOSÉE POUR 1865 ET REMISE AU CONCOURS POUR 1867.

(Commissaires : MM. Serret, Hermite, Chasles, Liouville,
Bertrand rapporteur.)

Rapport sur le Concours de l'année 1867.

L'Académie avait proposé, pour sujet de prix à décerner en 1865, la question suivante :

» *Perfectionner en quelque point important la théorie des équations différentielles partielles du second ordre.* »

Le prix n'a pu être décerné, et la question, remise au Concours pour 1867, n'a été traitée par aucun concurrent.

Dans ces circonstances, la majorité de la Commission a cru convenable de vous proposer de décerner le prix au Mémoire d'Edmond Bour, publié dans le *Journal de l'École Polytechnique*, 39e Cahier, sur l'*Intégration des équations aux dérivées partielles du premier et du second ordre*, et dans lequel la difficulté qui subsistait dans l'application des méthodes de Monge et d'Ampère a été heureusement surmontée dans tous les cas où cela est possible, et que les considérations nouvelles de Bour font connaître avec certitude.

Bour est mort jeune encore sans avoir terminé les travaux sur lesquels les géomètres avaient légitimement fondé tant d'espérances; et c'est de lui surtout que nous attendions une réponse à la belle et grande question inutilement proposée deux fois de suite. L'Académie sera heureuse, nous n'en doutons pas, de s'associer par son vote à ce dernier témoignage de haute estime et de sympathiques regrets.

La Commission vous propose, en conséquence, de décerner le grand prix de Mathématiques à feu **Edmond Bour.**

Cette proposition est acceptée.

PRIX D'ASTRONOMIE,

FONDATION LALANDE.

(Commissaires : MM. Mathieu, Laugier, Faye, Liouville,
Delaunay rapporteur.)

Rapport sur le Concours de l'année 1867.

La théorie des étoiles filantes a fait tout récemment d'immenses progrès. Le retour régulier des grandes apparitions d'août et de novembre avait de-

puis longtemps attiré l'attention des savants sur ce curieux phénomène. De nombreuses observations ont été recueillies. On a étudié avec soin les variations que présente le nombre des étoiles filantes observées dans un même intervalle de temps, soit aux diverses heures d'une même nuit, soit aux diverses époques de l'année. En examinant les directions du mouvement de de ces étoiles filantes, on a reconnu qu'elles semblent partir, non pas indistinctement de tous les points du ciel, mais bien d'un certain nombre de points spéciaux qu'on distingue sous le nom de *points radiants* et dont on a fixé la position précise. Enfin on est parvenu à établir une analogie remarquable entre les comètes et les étoiles filantes, analogie d'après laquelle ces dernières devraient être désormais regardées comme de très-petites comètes qui voyagent dans l'espace par groupes ou essaims, et que nous n'apercevons que lorsqu'elles viennent à passer tout près de notre Terre.

Cette idée d'identifier les étoiles filantes avec les comètes avait déjà été mise en avant par divers savants, et notamment par Chladni en 1819; mais n'étant appuyée sur aucune raison sérieuse, elle était restée dans le domaine des hypothèses. M. Schiaparelli, de Milan, est parvenu au contraire à la mettre en lumière d'une manière tout à fait inattendue, d'abord dans une série de lettres adressées au P. Secchi (d'août 1866 à février 1867), lettres qui ont été imprimées dans le Bulletin météorologique du Collége romain, ensuite dans un important Mémoire qui fait partie du tome I de la 3e série des Volumes de l'Académie des XL de Modène. C'est sur ce beau travail de M. Schiaparelli que nous désirons appeler l'attention de l'Académie.

M. Coulvier-Gravier avait constaté, il y a plus de vingt ans, que les étoiles filantes observées chaque nuit deviennent généralement de plus en plus nombreuses depuis le soir jusqu'au matin; les nombres moyens de ces étoiles filantes trouvés par lui pour les diverses heures de la nuit vont en croissant régulièrement, et augmentent ainsi du simple au double en douze heures. Prenant ce résultat de l'observation comme base de ses recherches, M. Schiaparelli en a conclu que les étoiles filantes sont animées en réalité de vitesses comparables à celle d'une comète venant des profondeurs de l'espace. Cette idée une fois acquise, M. Schiaparelli a examiné les actions qu'un corps important, tel que le Soleil ou une planète, peut exercer sur un essaim de corpuscules; il a trouvé ainsi que le Soleil peut transformer l'essaim en un courant parabolique, et qu'une planète près de laquelle l'essaim vient à passer peut le changer en un courant annulaire elliptique. S'aidant ensuite des indications fournies par l'observation sur les centres d'émanation ou *points radiants* des étoiles filantes observées en si grand nombre, d'une part

vers le 10 août, d'une autre part vers le 13 novembre, l'astronome de Milan a calculé les orbites décrites par les deux essaims qui se montrent à ces deux époques, et il a constaté l'identité de l'orbite de l'essaim d'août avec celle de la grande comète de 1862. M. Peters fils, de son côté, a remarqué l'identité de l'orbite de l'essaim de novembre avec celle d'une autre comète découverte par M. Tempel à Marseille au commencement de l'année 1866. Depuis on a acquis de fortes raisons de croire que l'essaim d'étoiles filantes du 10 décembre décrit dans l'espace la même ellipse que la singulière comète de Biela, et que la même relation existe entre l'essaim du 20 avril et la première comète de 1861.

Nous n'avons pas besoin d'entrer dans plus de détails sur cette connexion remarquable entre les étoiles filantes et les comètes; ce que nous venons de dire suffit pour que l'on reconnaisse immédiatement que M. Schiaparelli, en la mettant hors de doute, a ouvert une voie toute nouvelle qui doit conduire les astronomes aux conséquences les plus importantes relativement à la constitution de l'univers.

La Commission propose en conséquence à l'Académie de décerner à **M. Schiaparelli** la médaille de la fondation Lalande.

L'Académie adopte cette proposition.

PRIX DE MÉCANIQUE,

FONDÉ PAR M. DE MONTYON.

(Commissaires : MM. Morin, Piobert, Poncelet, Dupin, Combes.)

Rapport sur le Concours de l'année 1867.

La Commission chargée de l'examen des ouvrages adressés au Concours pour le prix de Mécanique de 1867, déclare qu'il n'y a pas lieu de décerner ce prix.

PRIX DE STATISTIQUE,

FONDÉ PAR M. DE MONTYON.

(Commissaires : MM. Dupin, Mathieu, Passy, Boussingault, Bienaymé rapporteur.)

Rapport sur le Concours de l'année 1867.

» Jamais peut-être l'Agriculture n'a plus vivement attiré l'attention publique, et l'on a tenté partout de former des Statistiques agricoles. Malheu-

reusement il est permis de dire que, dans ces essais, on a le plus souvent abusé du mot de *Statistique*. Aussi s'est-on vu surpris par une cherté excessive des grains, presque au moment même où les doléances de ceux qui se portaient défenseurs de l'Agriculture présentaient les greniers comme regorgeant de produits invendus, et le bas prix des blés comme allant ruiner les campagnes.

» On oubliait que la véritable statistique est un ensemble de recherches sérieuses, dont les résultats ne s'improvisent pas. On prenait des renseignements superficiels pour des données statistiques réelles. A la vérité, et ce sont des circonstances atténuantes très-fondées en faveur de ceux qui se sont trompés et qui se tromperont encore quand il s'agit de recueils de faits, à la vérité, rien n'est plus difficile à former qu'une bonne statistique embrassant un grand pays, une population nombreuse. Non-seulement il faudrait réunir des travailleurs consciencieux et multipliés sur tous les points du territoire, mais il faudrait, en outre, consacrer à leurs recherches des dépenses très-considérables, devant lesquelles on a toujours reculé. Ce n'est pas tout : il faudrait que chaque particulier se prêtât à donner avec précision sa statistique personnelle. Or presque tout le monde s'y refuse. C'est ce qu'on voit dans les recensements de la population, qui offrent le plus souvent des inexactitudes que toute la bonne volonté des recenseurs ne peut éviter. Il s'oppose une inertie instinctive à toutes les recherches individuelles, qu'elles touchent la personne ou la fortune. On crie bien vite que c'est une inquisition et non pas une enquête. De telle sorte qu'il faut convenir que l'on sait bien peu de choses sur les points dont les registres de la Comptabilité publique ou de l'État civil ne fournissent pas la constatation immédiate. Il n'y a jamais eu, par exemple, de table de mortalité construite directement sur des nombres assez grands, recueillis pendant une assez longue suite d'années, pour qu'on puisse dire jusqu'à quel point on sait comment les populations vivent et meurent; et l'on ignore si la mortalité est une chose variable, comme l'est la constitution météorologique des diverses suites d'années. Il convient ici de ne rappeler que ce seul exemple, parmi tant d'autres qui sont sujets à des difficultés tout aussi graves, sinon davantage.

» Ce sont ces difficultés, ces impossibilités même pour les travailleurs isolés, qui ont toujours porté les Commissions chargées de décerner le prix de Statistique à recommander aux Statisticiens de limiter beaucoup le champ de leurs recherches. Dans de petites statistiques, l'auteur peut compter un à un tous les faits; il peut en contrôler lui-même toutes les

circonstances, et s'assurer qu'il ne présente au public, ou s'il travaille en vue du Concours ouvert par M. de Montyon, qu'il ne présente à l'Académie que des résultats bien authentiques et dignes de servir un jour de jalons à la Science. Car ce ne sera que par la réunion de ces petites statistiques parfaitement exactes que l'on parviendra enfin à connaître l'ensemble des faits généraux, qu'on ne saisit qu'imparfaitement quand on veut obtenir tout à la fois. Il y a sans doute quelque abnégation à recueillir de solides observations, dont une postérité peut-être éloignée tirera seule les conséquences. Mais il en a été ainsi dans toutes les sciences, et c'est une des plus belles prérogatives de l'homme qne de pouvoir travailler au delà de ce qui assurerait sa seule existence éphémère. Il lui a été donné de réunir en un seul faisceau les efforts désintéressés de plusieurs générations, pour en faire profiter des successeurs dont il est solidaire, bien qu'il ne puisse les connaître en ce monde.

Ces réflexions ont été renouvelées par les pièces assez nombreuses que la Commission a dû examiner, et il a paru bon de les reproduire, car ces pièces, quelque intéressantes qu'elles soient, contiennent relativement bien peu de données positives sur lesquelles les savants futurs puissent appuyer sans crainte leurs comparaisons et leurs conclusions.

Le Mémoire auquel la Commission a décerné le prix est à la fois un exemple des excellents résultats que peut livrer à la Science un auteur laborieux sur tous les points qu'il a vus lui-même, et un exemple des défectuosités qu'entraîne nécessairement le projet inexécutable de la statistique complète d'un pays un peu étendu. Il s'agit d'une *Étude Statistique et Économique de l'Agriculture du pays de Caux*. L'auteur y a compris trente cantons et près de cinq cent mille habitants. Ces nombres suffisent à prouver qu'il a été contraint d'emprunter à autrui plus d'un renseignement, et que les quatre cent dix-neuf pages de son travail offriront bien des lacunes. Telle est, pour n'en montrer qu'une seule, l'insuffisance des données climatologiques. Il ne faut pas croire que dix années d'observations à Rouen et à Fécamp soient susceptibles d'indiquer la température d'une superficie de plus de 350 000 hectares. La météorologie exige de bien plus longues séries d'années, et dans un pays accidenté deux observatoires ne sauraient mettre en lumière les variations locales, qui peuvent avoir tant d'influence sur les pratiques agricoles de territoires peu distants, mais différemment situés.

M. Marchand, l'auteur du Mémoire remarquable dont il s'agit, a bien compris les difficultés presque insurmontables qu'il a rencontrées, et c'est

avec quelque défiance qu'il exprime l'espoir d'avoir ramené à des termes exacts les renseignements nombreux qu'il a dû puiser dans les Rapports des Commissions de Statistique du pays de Caux. Il regarde comme très-affaiblis les nombres relatifs au rendement des diverses récoltes qu'il passe en revue, et il n'hésite pas à se prononcer contre l'opinion qui présentait l'Agriculture comme ruinée par l'abondance de deux ou trois bonnes années.

Il n'a pas toutefois établi un bilan agricole résumant la situation des agriculteurs, et son Mémoire serait à ce point de vue difficile à résumer. Chaque opération agricole y est examinée séparément, qu'il s'agisse de l'élève du bétail, ou de la culture des végétaux, et c'est isolément qu'il en fait ressortir les avantages. Sans entrer ici dans aucun détail et sans discuter aucun des nombres de l'auteur, dont il faut lui laisser la responsabilité, il suffira de dire qu'il a réuni pour les animaux tout ce qui concerne le poids, la nourriture, le fumier, la production en lait, en beurre, en fromages, en viande, etc.; pour les végétaux, il insiste principalement sur les assolements, sur le rendement des céréales, sur celui des racines et des plantes fourragères, etc. Mais ce qu'il faut surtout faire remarquer, ce sont les données physiques et le grand nombre d'analyses chimiques faites avec soin, par lesquelles l'auteur met en évidence les principes constitutifs de tous les produits agricoles, soit dans les eaux, soit dans les terres, soit dans chacun des grands résultats de la culture animale ou végétale. A cet égard, M. Marchand s'est inspiré des travaux des maîtres de la Science, qu'il serait superflu de nommer à l'Académie. On peut dire sans restriction qu'il fait connaître avec une précision toute nouvelle une foule de faits sur cette agriculture du pays de Caux, dont la renommée, dès longtemps bien connue, manquait cependant encore d'une justification détaillée.

Les ouvrages auxquels votre Commission a cru devoir décerner des mentions honorables sont loin d'offrir d'aussi riches collections de faits recueillis personnellement par les auteurs, que le Mémoire dont il vient d'être question. Ce sont plutôt des réunions de documents puisés à des sources officielles ou dispersés dans des publications antérieures. Il ne faudrait pas toutefois que cette observation fût mal interprétée. C'est au point de vue purement statistique qu'elle se présente, et dans ce Concours ce point de vue ne peut être abandonné un seul instant, quel que soit à d'autres égards le mérite des pièces reçues par l'Académie.

Votre Commission accorde sans conteste une mention honorable au volume intitulé : *Topographie et Statistique médicales du département du*

Rhône et de la ville de Lyon, par MM. Marmy et Quesnoy. Les auteurs ont surtout mis en œuvre les documents statistiques dus à la Préfecture du Rhône. L'accord qui règne entre les nombres des divers tableaux fait honneur à l'exactitude des Bureaux de cette Administration, quand on se rappelle combien les feuilles relatives à la population sont imparfaitement établies pour une grande partie de la France. Malheureusement les tableaux multiples de ce volume ne contiennent que dix, ou même cinq années, ce qui ne permet de former que des comparaisons très-incertaines scientifiquement, quel qu'en puisse être l'intérêt administratif ou médical. Quelques discordances de chiffres ou omissions rendent difficiles les rapprochements que les tableaux sembleraient suggérer. Telle est l'omission des naissances correspondant aux classes de recrutement. Telle est encore l'absence de tout renseignement sur la mortalité des enfants en nourrice. Un seul arrondissement du département de l'Ain présentait, il y a quelques années, plus de deux cent vingt décès d'enfants placés en nourrice par des habitants de Lyon. Il paraît que les enfants trouvés de Lyon ne sont point mis en nourrice dans l'Ain : du moins les registres de l'État civil de l'année à laquelle se rapportent les décès dont il s'agit n'en contiennent aucun de cette catégorie. On conçoit jusqu'à quel point le rapport de la mortalité des enfants doit être altéré par cette unique cause, à Lyon, comme à Paris. Malgré ces imperfections, l'ouvrage de MM. Marmy et Quesnoy a mérité les encouragements de l'Administration, qui s'est chargée de l'impression; et il mettra à la portée de tous bien des connaissances peu répandues. Il faut espérer que les judicieuses réflexions des auteurs pourront faire disparaître de nombreux préjugés qui règnent encore sur l'hygiène d'un des départements les plus intéressants de la France, et surtout la croyance aux charlatans médicaux, qui, selon les auteurs, envahit jusqu'aux classes regardées comme le plus instruites.

Une mention honorable est également accordée à l'*Étude médicale et statistique sur la mortalité à Paris, à Londres, à Vienne et à New-York*, par M. Vacher. Ce travail porte spécialement sur l'année 1865, pendant laquelle le choléra a sévi dans Paris. Une carte bien dressée met en évidence les relations de la maladie avec les données météorologiques des divers mois. L'auteur a discuté avec soin chaque espèce de faits, et par des rapprochements bien choisis avec des renseignements antérieurs, il a compensé ce que l'étude d'une seule année pouvait avoir d'incertain. Mais pour ce qui touche à la comparaison de Paris avec les trois autres grandes villes sur lesquelles il s'est procuré des données officielles très-curieuses, il y a lieu

de craindre qu'elle ne soit tout au moins hasardée. S'il est si difficile d'obtenir de bons renseignements en France, où la vie est peu cachée, quels obstacles insurmontables ne doit-on pas rencontrer dans des villes comme Londres et surtout comme New-York? Les renseignements étrangers sont presque hors de tout contrôle pour un Français, et ce n'est qu'avec beaucoup de travail qu'on pourait apprendre à en juger.

Une brochure de M. Bergeron, sous le titre d'*Étude sur la géographie et la prophylaxie des Teignes,* est, comme la précédente, uniquement fondée sur des pièces officielles : c'est au moyen des travaux des Conseils de Révision du Recrutement que M. Bergeron a dressé des cartes qui montrent les parties de la France où semble le plus répandue cette maladie, ainsi que l'alopécie. L'auteur n'omet pas d'indiquer que les exemptions qui ont les Teignes pour cause ne peuvent faire connaître que le minimum de l'extension du mal, de sorte que les comparaisons d'un département avec un autre pourraient entraîner de grandes inexactitudes. Ce n'est donc que comme constatation de l'existence de la Teigne qu'il faut envisager sa carte, et non comme une preuve de la salubrité relative de tels ou tels endroits. M. Bergeron pense que de bonnes mesures hygiéniques pourraient détruire complétement l'infirmité sur laquelle il appelle l'attention publique. Il serait à désirer, pour la santé générale, que ces vœux fussent entendus, non-seulement pour les Teignes, mais aussi pour d'autres maladies contagieuses. La Commission lui accorde une mention honorable.

M. Blanchet a envoyé à l'Académie une brochure et un Mémoire manuscrit, l'une sur la *Statistique des Aveugles,* l'autre sur celle des *Sourds-Muets.* Le nombre de ces déshérités de la nature n'est encore que trop considérable en France; mais il paraît bien mal connu, car le point le plus saillant de la compilation que l'auteur a faite des documents officiels, c'est le désaccord manifeste des différents recensements. En se servant des listes du recrutement, il trouve que dix années n'ont donné que 825 aveugles sur près de deux millions de jeunes gens examinés; c'est à peu près un terme moyen entre les nombres recueillis par l'auteur pour divers pays étrangers. Les sourds-muets sont en rapport presque double avec les jeunes gens examinés, 2223 sur plus de deux millions. L'auteur discute avec soin les causes probables de ces infirmités. C'est aux médecins qu'il appartient surtout de se prononcer sur les opinions qu'il émet, et dont ici la responsabilité lui est entièrement laissée. Mais son travail n'en est pas moins jugé digne d'une mention honorable.

» Enfin la Commission accorde aussi une mention honorable à une

Table de Mortalité nouvelle qui se trouve dans une brochure de M. Beauvisage sur les tables de cette espèce, et l'application qu'on peut en faire aux assurances et aux rentes viagères. Une table de mortalité, reposant sur une grande population, sur de nombreuses années et sur des éléments certains serait, comme l'a dit un très-bon juge, le chef-d'œuvre de la Statistique (*Calcul des Probabilités*, par M. Cournot). Mais les conditions sévères d'une bonne table en rendent l'exécution presque impossible. Il faut donc se contenter d'un petit nombre d'éléments, et les choisir le moins mal que les circonstances le permettent. M. Beauvisage a eu l'idée ingénieuse de réduire en table les décès des actionnaires de la Tontine Lafarge qui avaient été constatés régulièrement, au nombre de 38 951, par l'administration de cet Établissement. Ce nombre ne comprend malheureusement qu'un peu plus du tiers des titulaires de la Tontine, et l'on ignore les époques de décès des deux autres tiers. Il est facile de concevoir que la mortalité du tiers dont les familles ont pris la peine de signifier authentiquement les décès a dû être bien différente de celle des deux tiers pour lesquels cette formalité a été négligée. Il en est résulté que la Table très-curieuse de M. Beauvisage a besoin d'être appuyée d'autres faits et n'offre pas une statistique complète de faits subsistant avec une valeur propre, quelles qu'en fussent les différences relativement à d'autres collections de décès. Comme on pouvait le prévoir, la table que l'auteur a construite donne une mortalité très-lente par comparaison à la plupart des tables connues, et ce serait livrer beaucoup au hasard que de présumer qu'elle représente la mortalité des temps actuels. Les deux tiers des décès inconnus formeront la base d'une objection irréfutable à toute application de cette loi de mortalité. Mais encore une fois l'idée de l'auteur est au moins ingénieuse, et il ne pouvait d'aucune autre manière mettre en œuvre les données recueillies par l'administration de la Tontine Lafarge. Votre Commission, qui attache un grand intérêt à tout ce qui peut jeter du jour sur la marche si mal déterminée jusqu'ici de la vitalité humaine, a voulu, par cette mention, encourager le zèle de l'auteur et appeler sur ce sujet important l'attention des Statisticiens que les difficultés n'effrayent pas.

En résumé, la Commission décerne :

1° Le prix de 1867 à **M. Eugène Marchand**, pour son Mémoire manuscrit intitulé : *Étude Statistique et Économique sur l'Agriculture du pays de Caux*. Manuscrit in-4° de 419 pages.

2° Une mention honorable à MM. les docteurs **Marmy** et **Quesnoy**, pour

leur ouvrage intitulé : *Topographie et Statistique médicales du département du Rhône et de la ville de Lyon*. 1 vol. in-8.

3° Une mention honorable à M. le docteur **Vacher**, pour son *Étude Médicale et Statistique sur la mortalité à Paris, à Londres, à Vienne et à New-York*. 1 vol. in-8.

4° Une mention honorable à M. le docteur **Bergeron**, pour son *Étude sur la géographie et la prophylaxie des Teignes*. 1 vol. in-8.

5° Une mention honorable à M. le docteur **A. Blanchet**, pour son ouvrage sur la *Statistique des Aveugles*, et pour le Mémoire manuscrit qui l'accompagne sur la *Statistique des Sourds-Muets*.

6° Une mention honorable à **M. Beauvisage**, pour la *Table de Mortalité* comprise dans sa brochure intitulée : *Des Tables de Mortalité et de leurs applications aux Assurances sur la vie*, etc., etc. 1 vol. in-8.

L'Académie adopte les conclusions du Rapport.

PRIX BORDIN.

QUESTION PROPOSÉE EN 1865 POUR 1867.

(Commissaires : MM. Duhamel, Pouillet, Regnault, Bertrand, Edmond Becquerel, Fizeau rapporteur.)

Rapport sur le Concours de l'année 1867.

« *Le prix sera décerné au savant qui aura exécuté ou proposé une expérience* » *décisive permettant de trancher définitivement la question déjà plusieurs fois* » *étudiée de la direction des vibrations de l'éther dans les rayons polarisés.* »

La question proposée a donné lieu à un travail intéressant, inscrit sous le n° 1, avec cette épigraphe : *Sine experientia nihil sufficienter sciri potest.*

Sans apporter encore une solution définitive au problème controversé de la direction réelle des vibrations de l'éther dans la lumière polarisée, l'auteur propose une expérience nouvelle qui lui a semblé propre à résoudre la question; cette expérience, il est vrai, n'a pas encore été réalisée et paraît même devoir présenter des difficultés d'exécution considérables ; cependant vos Commissaires l'ont trouvée non-seulement fort ingénieuse et bien conçue, mais encore appuyée sur des raisonnements assez plausibles pour mériter, sinon le prix, au moins une récompense propre à encourager l'auteur dans la réalisation de sa pensée.

Il s'agit en effet d'un problème qui intéresse à un haut degré nos con-

naissances sur la lumière. On s'accorde bien pour admettre que les rayons lumineux consistent dans des vibrations, que ces vibrations sont transversales, c'est-à-dire normales à la direction de la propagation; mais lorsque la lumière a été décomposée en deux faisceaux polarisés à angle droit, on ne s'accorde plus pour décider si les vibrations de chaque faisceau polarisé ont lieu dans le plan même de la polarisation ou dans un plan rectangulaire.

Le principe de l'expérience imaginée par l'auteur et exposée dans son Mémoire après un premier chapitre consacré à l'historique de la question, est le suivant : si l'on suppose que l'on fasse interférer deux rayons qui se rencontrent sous un angle de 90 degrés, en les polarisant l'un et l'autre de la même manière, soit parallèlement au plan formé par les deux rayons qui se croisent, soit normalement à ce plan, on peut prévoir que les effets d'interférence seront influencés d'une manière décisive par la direction réelle des vibrations dans les rayons polarisés.

Si, en effet, conformément à l'opinion de Fresnel, cette direction est normale au plan de polarisation, on voit de suite (en ne considérant ici que le cas où les deux rayons seront polarisés dans le plan qui leur est commun) que les vibrations de l'un et de l'autre rayon seront normales à ce plan et parallèles entre elles, et que, par suite, au point de croisement, il y aura des accroissements ou des extinctions de lumière, suivant les phases relatives des deux rayons, absolument comme dans les expériences ordinaires, où les rayons interférents suivent la même direction ou se croisent sous des angles très-petits.

Mais si au contraire, selon l'opinion de Neumann et de Mac-Cullach, les vibrations s'exécutent dans le plan même de polarisation, comme elles sont de plus toujours normales à la direction des rayons, il en résulte nécessairement que, dans le cas considéré, les directions des vibrations de l'un et l'autre rayon feront entre elles, au point de rencontre, un angle de 90 degrés. Or, dans cette circonstance, on sait que, quelle que soit la différence de phase des deux rayons, il ne doit plus se produire ni accroissement, ni extinction de lumière, et que le phénomène des interférences est remplacé par des alternatives de polarisation rectiligne, circulaire ou elliptique, sans changements d'intensité.

Mais l'auteur ne se borne pas à formuler le principe de l'expérience, il a de plus étudié en détail, et avec une connaissance approfondie des phénomènes les plus délicats de l'optique, la disposition expérimentale qui lui a semblé la plus propre à surmonter plusieurs difficultés que l'on peut prévoir dans l'exécution.

C'est d'abord l'influence peu connue des vibrations non transversales qui doivent intervenir dans l'observation, et dont l'auteur espère s'affranchir par des tracés photographiques du phénomène lumineux. C'est ensuite l'extrême finesse des franges qui doivent se produire dans cette circonstance et qui ne pourront être aperçues qu'à l'aide du microscope. Enfin, c'est la faiblesse de l'intensité lumineuse qui, même avec la lumière solaire, doit nécessairement résulter de la très-petite dimension qu'il faudra donner à la source de lumière destinée à servir de point de départ commun aux rayons interférents.

Il existe en effet pour la plupart des phénomènes d'interférence, tels que les franges d'Yung, celles des miroirs de Fresnel et celles qui donnent lieu à la scintillation des étoiles d'après Arago, une relation remarquable et nécessaire entre la dimension des franges et celle de la source lumineuse, en sorte que des franges d'une ténuité extrême ne peuvent prendre naissance que lorsque la source de lumière n'a plus que des dimensions angulaires presque insensibles; d'où, pour le dire en passant, il est peut-être permis d'espérer qu'en s'appuyant sur ce principe et en formant par exemple, au moyen de deux larges fentes très-écartées, des franges d'interférence au foyer des grands instruments destinés à observer les étoiles, il deviendra possible d'obtenir quelques données nouvelles sur les diamètres angulaires de ces astres.

En résumé, vos Commissaires ont été unanimes à reconnaître le mérite distingué du Mémoire n° 1, et considérant que les termes du programme se rapportent ou à une expérience exécutée, ou à une expérience seulement proposée, ils n'auraient pas hésité à décerner le prix à ce travail, s'il n'était résulté de la discussion à laquelle ils se sont livrés qu'il subsiste encore quelque incertitude sur l'efficacité des moyens très-habilement combinés par l'auteur pour assurer le succès de son expérience.

En conséquence, votre Commission m'a chargé de soumettre à l'Académie les deux propositions suivantes :

1° Le Concours pour le prix Bordin de 1867 (question relative à la direction des vibrations de l'éther) est déclaré terminé;

2° Une médaille de la valeur de *deux mille francs* est accordée à l'auteur du Mémoire inscrit sous le n° 1.

Ces propositions sont adoptées par l'Académie.

PRIX FONDÉ PAR MME LA MARQUISE DE LAPLACE.

Une Ordonnance royale ayant autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par Madame la Marquise de Laplace, d'une rente pour la fondation à perpétuité d'un prix consistant dans la collection complète des ouvrages de Laplace, prix qui devra être décerné chaque année au premier élève sortant de l'École Polytechnique,

Le Président remet les cinq volumes de la *Mécanique céleste*, l'*Exposition du Système du Monde* et le *Traité des Probabilités* à **M. Zeiller** (Charles-René), sorti le premier en 1867 de l'École Polytechnique et entré à l'École impériale des Mines.

PRIX TRÉMONT.

Ce prix a été décerné en 1866 à **M. Gaudin** avec jouissance pendant trois années consécutives.

PRIX DU LEGS DALMONT.

(Commissaires : MM. Combes, Regnault, Delaunay, Liouville, Morin rapporteur.)

Rapport sur le Concours de l'année 1867.

En acceptant le legs par lequel M. Dalmont a fondé un prix triennal de *trois mille francs* (1) à décerner par Elle à l'Ingénieur des Ponts et Chaussées en activité de service qui aurait présenté le meilleur travail ressortissant à l'une des sections de l'Académie des Sciences, l'Académie a été, nous le craignons, plus influencée par l'intérêt qu'elle témoigne toujours aux progrès des sciences et au développement de leurs applications, qu'inspirée par la prudence humaine.

En examinant, en effet, la variété infinie des recherches scientifiques ou expérimentales qui peuvent être comprises dans le cadre si vaste qu'indique le testateur, on voit qu'il embrasse l'universalité des matières qui

---

(1) Ce prix triennal de *trois mille francs* sera décerné pendant la période de trente années, afin d'épuiser les *trente mille francs* légués à l'Académie et d'exciter MM. les Ingénieurs à suivre l'exemple de leurs savants devanciers, *Fresnel*, *Navier*, *Coriolis*, *Cauchy*, *de Prony* et *Girard*, et comme eux obtenir le fauteuil académique.

se rattachent aux travaux de toutes les Sections de l'Académie des Sciences.

Déjà, quoiqu'un laps de temps fort court se soit écoulé depuis l'adoption du legs Dalmont, un nombre de Mémoires considérable sur des questions aussi variées que difficiles a été envoyé à l'Académie pour le Concours de 1867, et le temps a réellement manqué pour les examiner avec le soin et l'attention qu'ils méritaient.

L'appréciation de semblables travaux est souvent aussi longue que délicate, et, comme rien dans le testament ni dans l'usage de l'Académie ne s'oppose à ce que chacun d'eux soit, suivant sa nature, renvoyé à l'examen d'une Commission spéciale, tout en restant apte à concourir au prix, il a semblé à votre Commission qu'il y aurait lieu de ne s'occuper de la question du prix que quand une Commission spéciale se serait prononcée sur la valeur de chaque travail particulier, et aurait conclu à son approbation par l'Académie.

Ainsi éclairée par ce premier jugement, la Commission du prix Dalmont n'aurait plus qu'à apprécier l'importance et la valeur relatives des travaux présentés, et on pourrait à chaque période triennale vous proposer des conclusions basées déjà sur des Rapports approuvés par l'Académie.

Sans se permettre d'anticiper sur la décision que vous croirez devoir prendre au sujet de cette question préjudicielle, votre Commission s'est trouvée, cette année, dans la nécessité de suivre la marche qui vient d'être indiquée, attendu que, parmi tous les Mémoires qui ont été envoyés pour le Concours de 1867, il n'y en a qu'un seul qui ait encore pu être examiné avec le soin convenable, et qu'elle s'est ainsi vue forcée d'ajourner au Concours suivant les travaux des autres auteurs, dont elle propose d'ailleurs de réserver tous les droits, qu'ils aient été publiés ou non.

Le travail dont il vient d'être question est d'ailleurs une œuvre de longue haleine, aussi considérable qu'importante pour la science de l'Ingénieur. Il a déjà reçu la haute approbation de l'Académie, qui, sur les Rapports de M. Clapeyron et de l'un de nous, en a ordonné l'insertion dans le *Recueil des Mémoires des Savants étrangers*.

Sous le titre de *Recherches hydrauliques*, M. Bazin, ingénieur des Ponts et Chaussées à Dijon, a présenté en 1863 un Mémoire partagé en quatre sections, ayant pour objet :

1° Des expériences sur le mouvement de l'eau dans les canaux à régime uniforme ;

2° Des expériences sur la distribution des vitesses dans les courants;

3° Des expériences sur le mouvement varié des eaux;

4° Des expériences sur le mouvement des ondes.

Successeur, dans ces recherches, de feu M. Darcy, qui, dans les dernières années de sa vie consacrée et sacrifiée à la science, se l'était adjoint en 1856, M. Bazin a exécuté les nombreuses séries d'expériences dont Darcy avait préparé le programme général, auquel il en a de lui-même ajouté beaucoup d'autres, non moins importantes. Il en a réuni, comparé, discuté tous les résultats avec une remarquable lucidité, et cet immense travail, fruit de longues années d'études et de fatigues, a jeté sur les questions qui y sont traitées un jour nouveau, au double point de vue de la science et de la pratique.

Sans rappeler ici la discussion des résultats établis par l'auteur, et que l'on retrouverait dans les Rapports dont son travail a été l'objet, nous nous bornerons à dire qu'admis aujourd'hui par tous les Ingénieurs, ils servent de bases aux questions d'établissement de canaux, et qu'ils ont même reçu une confirmation remarquable par des observations recueillies depuis sur le canal de la Dhuys, qui, estimé d'après les anciennes formules de Prony, encore en usage lors de la construction, a dépassé très-notablement les volumes prévus, par suite de l'influence favorable des surfaces enduites d'un ciment uni, qui offre au mouvement du liquide une résistance notablement inférieure à celle des canaux ordinaires; circonstance qui avait échappé à Prony, dont les calculs étaient, il faut le reconnaître, basés sur des expériences trop peu nombreuses.

Il n'est même pas inutile d'ajouter que les expériences de M. Bazin sont aujourd'hui tellement considérées comme fondamentales, que deux des concurrents au prix Dalmont, qui ont traité au point de vue théorique la difficile question du mouvement des liquides, trouvent, dans l'accord des formules auxquelles ils sont parvenus avec les résultats de ces expériences, la confirmation des principes qui les ont guidés : tant il est vrai que toujours la théorie a besoin du secours et de l'appui de l'expérience pour passer du domaine de l'imagination dans celui de la réalité.

En résumé, la Commission du prix Dalmont, en tenant compte à la fois de l'appréciation déjà faite par l'Académie, du travail de M. Bazin, et de la sanction qu'il a reçue de la part du corps savant auquel il appartient, propose à l'Académie d'accorder à **M. Bazin**, ingénieur des Ponts et Chaussées à Dijon, le prix de *trois mille francs* pour l'année 1867.

Les propositions de la Commission sont adoptées par l'Académie.

SCIENCES PHYSIQUES.

PRIX DE PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE,

FONDÉ PAR M. DE MONTYON.

(Commissaires : MM. Longet, Milne Edwards, Ch. Robin, de Quatrefages, Claude Bernard rapporteur.)

Rapport sur le Concours de l'année **1867**.

Chaque problème de Physiologie expérimentale est en général si complexe, que ce serait une illusion ou une témérité de la part d'un auteur de vouloir à lui seul le résoudre et l'épuiser. Les questions ne s'éclairent ordinairement que par une série d'efforts collectifs, à mesure que nos moyens d'investigation se perfectionnent et que l'analyse expérimentale pénètre plus profondément dans le mécanisme des phénomènes. Ces remarques peuvent parfaitement être appliquées à la question difficile de l'innervation du cœur par la moelle épinière, qui a été déjà l'objet des recherches successives d'un grand nombre d'expérimentateurs éminents.

A la fin du siècle dernier, Haller (1) considérait encore les mouvements du cœur comme étant indépendants de toute influence nerveuse. Il fondait son opinion sur la possibilité de la continuation de la circulation chez un animal privé de cerveau, et sur ce fait qu'un cœur arraché de la poitrine peut battre et se contracter.

C'est au commencement de ce siècle que Le Gallois (2) trouva que l'influence de la moelle épinière est nécessaire à l'entretien des battements du cœur, et il démontra expérimentalement que la destruction totale ou seulement partielle de ce centre nerveux empêche la circulation du sang de continuer régulièrement, même avec l'aide de la respiration artificielle.

---

(1) HALLER, *Mémoire sur l'irritabilité;* 1777.

(2) OEuvres de LE GALLOIS, édition de Pariset, t. I : *Expériences sur le principe de la vie et sur les mouvements du cœur.*

Plus tard, Magendie et un Membre de votre Commission (1) firent pour la première fois usage d'un hémomètre ou cardiomètre, dans le but d'étudier et de rendre plus évidentes les modifications exercées sur les mouvements du cœur par l'excitation de la moelle épinière et des nerfs qui en naissent. Ces expériences établirent les deux résultats nouveaux suivants : 1° l'excitation des nerfs rachidiens sensibles amène une modification constante dans la pression du sang et une accélération des battements du cœur; 2° cette action, qui est de nature réflexe, ne se transmet pas au cœur par les nerfs pneumo-gastriques, car elle se manifeste encore après la section de ces nerfs dans la région moyenne du cou.

En 1863, M. de Bezold (2) institua des expériences destinées à éclairer le mode d'influence que la moelle épinière exerce sur le cœur. Cet auteur établit dans son travail deux faits importants. Il montra d'abord que la section de la moelle épinière entre l'occipital et l'atlas produit un abaissement très-considérable de la pression du sang dans les grosses artères, et qu'elle amène un ralentissement dans les battements du cœur. Il prouva ensuite que l'excitation de la moelle en arrière de la section rétablit la pression du sang et la fait monter même au-dessus de l'état normal, en même temps qu'elle produit une accélération dans les pulsations cardiaques. M. de Bezold crut avoir démontré par ces dernières expériences que la moelle épinière réagit *directement* sur les mouvements du cœur, et c'est en effet à cette conclusion qu'il s'arrêta. Mais bientôt MM. Ludwig et Thiry (3) combattirent cette opinion, en interprétant tout autrement les faits, exacts d'ailleurs, constatés par M. de Bezold. MM. Ludwig et Thiry nièrent toute action nerveuse directe sur le cœur, en s'appuyant sur ce fait que l'excitation de la moelle épinière séparée du cerveau exerce toujours son influence sur la pression du sang, lors même qu'on a détruit autant que possible, par la méthode galvano-caustique, tous les nerfs cardiaques qui relient le cœur à la moelle. Ils arrivèrent même à prouver qu'il n'est pas nécessaire d'exciter la moelle épinière pour obtenir les résultats précédemment signalés, car une simple compression de l'aorte, en restreignant le champ de la circulation, peut déterminer une augmentation dans la pression manométrique du sang. Quant à l'accélération des battements du cœur, qui coïncidait ici avec l'accroissement des résistances de la circulation, nous verrons plus loin qu'il faut la

---

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. XXIV, p. 1130. — CLAUDE BERNARD, *Leçons sur la physiologie du système nerveux*, t. I, p. 271-275; 1858.

(2) ALBERT VON BEZOLD, *Untersuchungen über die Innervation des Herzens;* 1863.

(3) LUDWIG et THIRY, *Uber den Einfluss des Halsmarkes aus den Blutstrom;* 1864.

rattacher à l'action spéciale d'un nerf cardiaque accélérateur, dont alors le rôle n'était point encore déterminé. Quoi qu'il en soit, MM. Ludwig et Thiry reconnurent, comme leurs prédécesseurs, que l'excitation de la moelle épinière apporte des modifications dans les phénomènes circulatoires; mais au lieu d'admettre que cette influence s'exerce directement sur le cœur, comme l'avait fait M. de Bezold, ils conclurent qu'elle se porte au contraire primitivement sur le système circulatoire périphérique, au moyen des nerfs vaso-moteurs ou vasculaires, pour ne réagir ensuite que d'une manière indirecte ou secondaire sur l'organe central de la circulation.

Tel était l'état de la question sur l'innervation du cœur par la moelle épinière, lorsque de nouvelles expériences, instituées par MM. Cyon et Ludwig, vinrent corroborer la conclusion qui précède et en développer les conséquences. Après avoir admis en effet que l'excitation de la moelle épinière ne retentit pas immédiatement sur le cœur, il restait à expliquer comment l'augmentation de pression sanguine qu'elle produit peut résulter d'une action directe sur le système circulatoire périphérique. C'est ce mécanisme que démontrèrent MM. Cyon et Ludwig, en faisant voir que cette influence de la moelle épinière se transmet par l'intermédiaire des nerfs vasculaires, et surtout par les nerfs vaso-moteurs splanchniques. De tous les nerfs vaso-moteurs du corps, les nerfs splanchniques sont évidemment les plus importants et les plus capables de modifier la circulation générale, à cause de la vascularisation énorme des organes splanchniques auxquels ils se distribuent. MM. Cyon et Ludwig montrèrent, à l'aide d'expériences précises, que lorsqu'on divise les nerfs splanchniques, on obtient des effets semblables à ceux qui résultent de la section de la moelle entre l'occipital et l'atlas. Dans les deux cas, la pression manométrique du sang diminue rapidement et considérablement, par suite de la paralysie des nerfs vaso-moteurs et de l'élargissement des vaisseaux périphériques qui retiennent le sang dans les organes, et opèrent ainsi une déplétion du système vasculaire central. Si l'on excite alors les bouts périphériques des nerfs splanchniques divisés, on voit de suite la pression manométrique du sang s'accroître et remonter par l'effet du resserrement des vaisseaux splanchniques, qui chassent le sang du ventre où il était accumulé, pour le reporter en quantité relativement plus grande dans le système cardiaque. Enfin, après la section des nerfs splanchniques, l'excitation de la moelle épinière séparée du cerveau ne produit plus, ou seulement d'une manière insignifiante, l'augmentation de la pression du sang, parce que l'influence nerveuse ne peut plus se propager aux vaisseaux pour déterminer leur contraction.

D'après tous les faits qui précèdent, il reste bien prouvé que l'augmen-

tation de la pression manométrique du sang ne saurait être le résultat d'une influence immédiate et directe de la moelle sur l'organe central de la circulation; mais on aurait tort de conclure qu'il en est de même de l'accélération des battements du cœur, qu'on observe ordinairement d'une manière concomitante avec l'accroissement de la pression du sang. En effet, M. Cyon a prouvé que ces deux ordres de phénomènes peuvent être produits séparément, car il a montré qu'après la section des nerfs splanchniques, lorsque l'excitation de la moelle épinière ne détermine plus l'augmentation de la pression sanguine, cette même excitation fait encore apparaître l'accélération seule des battements du cœur. En poursuivant l'explication de ce dernier phénomène, au moyen de l'analyse expérimentale, M. Cyon est encore parvenu à établir clairement que cette influence accélératrice dépend d'une action immédiate de la moelle épinière sur le cœur, et il a démontré qu'elle a lieu par l'intermédiaire d'un nerf cardiaque accélérateur spécial, qui émerge de l'épine avec le troisième rameau du ganglion cervical inférieur.

L'influence directe de la moelle épinière sur le cœur, d'abord indiquée par Le Gallois, puis reconnue par M. de Bezold, existe donc réellement; seulement il faut distinguer dans l'explication physiologique le fait de l'augmentation de la pression manométrique du sang de celui de l'accélération des battements du cœur. L'augmentation de la pression sanguine résulte évidemment d'une influence de la moelle épinière sur les nerfs vaso-moteurs, tandis que l'accélération des battements du cœur est au contraire l'effet de l'action *directe* de la moelle sur le cœur lui-même, par l'intermédiaire d'un nerf spécial cardiaque accélérateur.

Toutefois, si le nerf cardiaque accélérateur des battements du cœur, de même que les nerfs splanchniques et vaso-moteurs, peuvent être, ainsi qu'il a été dit plus haut, influencés par l'excitation mécanique de la moelle épinière, il arrive aussi que, dans l'état normal ou physiologique, ces nerfs sont mis en activité fonctionnelle d'une manière indirecte ou réflexe par des excitations émanées des nerfs de sensibilité. Nous avons déjà dit, en commençant, que l'irritation des nerfs de sensibilité de la surface du corps, c'est-à-dire l'irritation des racines rachidiennes, peut retentir sur la pression sanguine et sur les battements du cœur. Mais ces actions réflexes sont plus générales encore, et le point nouveau sur lequel nous voulons actuellement fixer l'attention, est qu'il se passe des mouvements dans le système circulatoire périphérique ou central qui sont le résultat de l'excitation de nerfs de sensibilité distribués à la surface interne du cœur. Depuis longtemps on savait que la surface interne des ventricules du cœur est douée

de sensibilité ; un Membre de votre Commission (1) avait observé qu'en touchant avec un thermomètre, par exemple, la face interne des ventricules chez les moutons, les battements du cœur manifestent aussitôt une grande accélération qui ne saurait être expliquée dans ce cas que par une réaction réflexe sur le nerf cardiaque accélérateur. Mais, outre cette influence réflexe accélératrice sur le cœur, M. Cyon a montré qu'il existe encore une action réflexe à la fois dilatatrice des vaisseaux périphériques et dépressive de la circulation cardiaque qui a également pour point de départ l'excitation des nerfs de sensibilité du cœur. Cette découverte importante se trouve exposée et développée dans un des Mémoires sur l'innervation du cœur, présentés par M. Cyon au Concours de Physiologie expérimentale, intitulé : *De l'action réflexe d'un des nerfs sensibles du cœur sur les nerfs moteurs des vaisseaux sanguins* (2). Dans ce travail, sur lequel la Commission a fait porter spécialement son examen et son jugement, il s'agit en réalité de la découverte d'un nouveau nerf sensitif du cœur chargé de fonctions restées jusqu'alors inconnues. Voyons d'abord la disposition anatomique de ce nerf.

Chez le lapin, sur lequel M. Cyon a particulièrement expérimenté, ce nerf prend ordinairement naissance par deux racines dont l'une provient du tronc du pneumo-gastrique et l'autre du nerf laryngé supérieur. A partir de son origine dans la région supérieure du cou, le nerf sensitif cardiaque descend en longeant l'artère carotide, à côté du filet cervical du grand sympathique, qu'il accompagne sans jamais se réunir à lui. Une fois parvenu dans la poitrine, le nerf sensitif cardiaque s'anastomose avec des filets provenant du premier ganglion thoracique et se perd bientôt dans la substance du cœur, ou mieux dans le tissu cellulaire dense et serré qui est situé entre les origines de l'aorte et de l'artère pulmonaire. Pour expérimenter sur ce nerf, on le découvre sur l'animal vivant dans la région moyenne du cou, puis on le divise afin d'agir sur les deux bouts successivement, en même temps qu'on applique un hémomètre à l'artère carotide pour observer les variations qui surviendront dans la pression du sang. L'excitation galvanique du bout périphérique ou inférieur de ce nerf ne produit aucune douleur et reste absolument sans effet sur la pression ma-

(1) CLAUDE-BERNARD, *Leçons sur les liquides de l'organisme*, t. I, p. 124 ; 1859.

(2) MM. E. et M. Cyon ont communiqué à l'Académie (25 mars 1867) un résumé de leurs recherches sur l'innervation du cœur, exécutées soit à Berlin, dans le laboratoire de M. du Bois-Reymond, soit à Leipzig, avec le concours de M. le professeur Ludwig. C'est M. E. Cyon qui a présenté ses travaux au Concours de Physiologie expérimentale, et qui a mis les Membres de la Commission à même de vérifier ses expériences.

nométrique du sang, tandis que l'excitation galvanique du bout nerveux supérieur ou central est au contraire douloureuse et amène dans le manomètre appliqué à l'artère carotide une dépression sanguine considérable de 5 à 6 centimètres. Cet abaissement immédiat de la pression du sang sous l'influence de l'irritation du bout central du nerf cardiaque sensitif est un résultat constant qui a été reproduit sous les yeux des Membres de la Commission; la dépression sanguine coïncide exactement avec l'irritation nerveuse et se relève aussitôt que celle-ci vient à cesser. Après avoir constaté cette influence réflexe remarquable du nerf cardiaque sensitif sur la pression du sang, il fallait encore expliquer son mécanisme; c'est à quoi M. Cyon s'est particulièrement attaché. D'abord, sur quels organes l'action réflexe venait-elle retentir? Était-ce sur le système musculaire général, sur le cœur ou sur les vaisseaux? Afin d'éliminer l'influence des mouvements généraux (qui d'ailleurs auraient augmenté la pression sanguine au lieu de la diminuer), on a paralysé les lapins avec le curare, qui détruit rapidement les propriétés des nerfs moteurs volontaires et laisse persister plus longtemps celles des nerfs vaso-moteurs et des nerfs de sensibilité. Sur des animaux ainsi préparés, l'excitation du bout central du nerf sensitif du cœur ne produisait plus aucune réaction sur les membres paralysés, tandis que cette excitation traduisait toujours au manomètre la même dépression sanguine considérable de 5 à 6 centimètres. Ce n'était pas sur le cœur non plus que se portait immédiatement l'action réflexe; car, après avoir détruit tous les nerfs qui se rendent à cet organe, l'irritation du bout central du nerf sensitif cardiaque amenait de même l'abaissement dans la pression sanguine. Ainsi on se trouvait conduit, par voie d'exclusion, à supposer que l'action réflexe devait se porter spécialement sur le système vasculaire périphérique; mais une induction ne suffisait pas, il fallait encore la démonstration directe que M. Cyon a donnée en faisant voir que, quand on a préalablement opéré la section des nerfs vaso-moteurs splanchniques, l'irritation du bout central du nerf sensitif du cœur ne produit plus dans le manomètre la dépression sanguine qu'on observait avant.

En définitive, toute l'analyse expérimentale qui précède démontre que, dans l'expérience de M. Cyon, l'excitation du nerf sensitif du cœur réagit exclusivement sur les nerfs vaso-moteurs pour produire une déplétion du cœur et par suite une diminution de la pression sanguine traduite par le manomètre. C'est pour bien exprimer ce fait constant de la dépression manométrique succédant à l'excitation du filet sensitif cardiaque que M. Cyon a donné à ce nerf le nom de *nerf dépresseur* de la circulation.

Maintenant il ne reste plus qu'une explication à ajouter pour faire comprendre la nature tout à fait spéciale de cette action réflexe dépressive qu'exerce le nerf sensitif du cœur. Les physiologistes connaissent déjà des influences nerveuses *directes paralysantes* qui, au lieu de faire contracter les muscles, les paralysent et les mettent dans le relâchement. L'influence paralysante du nerf pneumo-gastrique sur le cœur est un des exemples les plus éclatants de cette action nerveuse singulière. Aujourd'hui il faut admettre qu'il existe aussi des influences nerveuses *réflexes paralysantes*, et l'action réflexe du nerf sensitif du cœur est précisément de cette espèce. On constate en effet, par l'observation directe, la paralysie et la dilatation des vaisseaux artériels périphériques au moment où la dépression sanguine a lieu sous l'influence de l'excitation du nerf sensible du cœur. Il n'est point possible de donner pour le moment l'explication de ces phénomènes nerveux paralyseurs, parce qu'ils sont encore entourés de beaucoup d'obscurités théoriques; mais ils n'en sont que plus dignes de toute l'attention des physiologistes, car ce sont toujours les faits inexpliqués qui recèlent les germes des vérités scientifiques de l'avenir.

En résumé, l'étude de l'innervation du cœur par la moelle épinière a été établie, dans ces derniers temps, sur des bases toutes nouvelles, grâce à une série de recherches dont nous avons cru devoir donner un rapide aperçu dans ce Rapport, parce qu'elles s'enchaînent toutes, et que les unes sont nécessaires à l'intelligence des autres. La découverte du nerf dépresseur de la circulation nous a révélé des faits de la plus haute importance, qui sont destinés à jeter une lumière vive et inattendue sur le problème encore si ardu et si complexe de la physiologie des nerfs du cœur. Nous avons vu que le cœur peut, à l'aide des nerfs de sensibilité dont il est pourvu, régler en quelque sorte son amplitude suivant ses besoins, en agissant par action réflexe sur la circulation générale, et nous pouvons comprendre maintenant comment s'établit ce balancement perpétuel qui doit exister entre la circulation centrale et la circulation périphérique. Si la sensibilité des parois du cœur est excitée par une réplétion sanguine trop forte, il en résulte une action réflexe énergique qui dilate les vaisseaux capillaires et attire le sang à la périphérie. Si au contraire la sensibilité interne du cœur est trop faiblement excitée, les vaisseaux périphériques se resserrent et refoulent le sang vers le centre circulatoire.

Toutes les découvertes de M. E. Cyon, ainsi qu'on a pu le voir, sont des conquêtes de la méthode délicate et difficile des vivisections. L'Académie ne saurait trop encourager cette direction physiologique qui seule nous per-

met de porter l'analyse expérimentale dans les organismes complexes pour dissocier les phénomènes et saisir leurs mécanismes intimes. C'est pourquoi la Commission, à l'unanimité, a décerné à **M. E. Cyon** le prix de Physiologie expérimentale pour l'année 1867.

Après avoir décerné le prix réglementaire au travail dont nous venons de rendre compte, votre Commission croit devoir demander à l'Académie un *second* prix de Physiologie pour couronner une série de recherches sur la génération et la dissémination des helminthes, dont les résultats sont résumés dans une publication de M. Baillet intitulée : *Histoire naturelle des helminthes des principaux mammifères domestiques*. Ce travail diffère tout à fait de celui qui précède, et, comme son nom l'indique, c'est un ouvrage de zoologie bien plus que de physiologie. Cependant beaucoup de points de l'histoire de la propagation et des migrations des helminthes appartiennent à la physiologie, en ce sens que cette histoire ne peut être comprise que par la connaissance des propriétés spéciales de tissu de ces êtres, et par la détermination expérimentale des conditions de milieux particulières au sein desquels ces propriétés de tissu leur permettent de se développer. Pour demeurer dans l'esprit du Concours, la Commission fera donc porter son jugement exclusivement sur la partie des recherches de M. Baillet qui sont relatives à l'embryogénie et au développement des helminthes.

Nous signalerons d'abord un ensemble d'expériences dans lesquelles M. Baillet a étudié l'influence exercée par les milieux ambiants sur le développement des œufs et des embryons de certaines espèces, en même temps qu'il a constaté la force de résistance si remarquable dont sont doués ces œufs et ces embryons. En les exposant à des températures diverses, en les entourant alternativement d'un liquide pur ou corrompu, M. Baillet a vu le fractionnement du vitellus s'arrêter, se retarder ou s'accélérer, le développement des embryons marcher d'une manière progressive ou se suspendre, et cela à diverses reprises sans que les embryons paraissent en souffrir. Il a pu ainsi faire durer jusqu'à onze mois le développement embryonnaire de quelques espèces d'ascarides qui, dans les conditions normales et selon la température, parcourent en dix jours ou un mois au plus cette première phase de leur existence.

D'autres expériences, qui se rattachent aux précédentes, nous montrent les jeunes ascarides, une fois formés, demeurant stationnaires pendant un temps pour ainsi dire indéfini, sous de certaines conditions. M. Baillet a conservé pendant près de deux ans, sous l'eau ou dans de la terre humide ou

simplement sur des lames de verre, des œufs de quatre espèces (*A. megalocephala*, *A. mystax*, *A. suilla*, *A. marginata*) dans lesquels les embryons bien formés se sont agités jusqu'au dernier jour. Toutes ces expériences sont de nature à prouver que les œufs et les embryons d'helminthe sont doués d'une ténacité vitale qui leur permet de résister à certaines influences funestes du milieu ambiant, et d'attendre dans un état de vie latente les conditions favorables à leur développement. M. Baillet a insisté avec raison sur ces faits intéressants. Il a pu les étendre et les observer sur des espèces nouvelles; mais il avait déjà été précédé dans cette voie par M. Davaine et par M. Leuckart. Le premier de ces auteurs avait constaté la propriété que possèdent certains œufs d'helminthes de se développer à sec; et, relativement à la durée du développement embryonnaire, il avait obtenu des résultats encore plus frappants, car il avait conservé dans l'eau, pendant cinq ans, des œufs d'*ascarides lombricoïdes* contenant des embryons pleins de vie.

M. Baillet a fait encore des expériences dans le but d'éclairer l'histoire du *Sclerostoma equinum* et du *Strongylus filaria* du mouton. Il résulte de ses recherches que le strongle, tout en se multipliant sur place, se propage d'un individu à l'autre par voie de migration des embryons. Pour pouvoir supporter les hasards de la route, ceux-ci sont doués d'une vitalité remarquable. Cette résistance vitale considérable des embryons des strongles, comparés aux vers adultes, avait déjà été remarquée, au siècle dernier, par Camper, sur le strongle du veau, et M. Davaine, qui rapporte le fait, en a le premier tiré les conséquences qui sont relatives à la propagation et aux migrations de ces vers. Mais les expériences de M. Baillet sont également très-intéressantes, en ce qu'elles ont montré que les embryons des strongles peuvent aussi, quoique à un moindre degré que les jeunes ascarides, avoir la propriété de demeurer stationnaires dans leur développement, tant qu'ils n'ont pas trouvé le milieu pour lequel ils sont faits.

M. Baillet a encore exécuté de nombreuses expériences sur les cestoïdes, entrant largement dans la voie ouverte par les deux savants dont l'Académie a couronné les travaux en 1853. Tout en confirmant les faits généraux dont nous devons la connaissance à MM. de Siebold, van Beneden et Kuchenmeister, M. Baillet a pu combler un certain nombre de lacunes, résoudre plusieurs difficultés qu'avaient laissées dans la science les travaux de ses prédécesseurs, ou réfuter des erreurs qui tendaient à se propager, appuyées qu'elles étaient sur de grands noms; mais nous ne suivrons pas l'auteur dans l'examen de ces questions, qui sont plutôt du domaine de la zoologie que de la physiologie.

En résumé, bien que l'ouvrage de M. Baillet ne renferme pas à proprement parler de découvertes physiologiques, cependant c'est un travail considérable qui a le mérite d'avoir confirmé et étendu des expériences qui sont de nature à enrichir la physiologie générale. La Commission, en couronnant le travail de M. Baillet, a eu pour but d'encourager les zoologistes à l'étude expérimentale des tissus des animaux inférieurs; et, d'autre part, en récompensant deux ordres de recherches exécutées dans une direction tout à fait différente, elle a voulu prouver qu'elle comprend la science physiologique dans le sens le plus large, et qu'elle accueille comme lui appartenant toutes les études qui concourent à l'explication des phénomènes de la vie. Tel est l'ensemble des motifs qui ont déterminé la Commission à demander un second prix de Physiologie pour **M. Baillet**.

La Commission a encore fixé son attention sur un Mémoire de M. Moura, intitulée : *L'acte de la déglutition, son mécanisme.*

L'acte de la déglutition présente un mécanisme assez complexe qui a eu le privilége d'exercer, depuis Hippocrate, la sagacité d'un grand nombre de physiologistes. M. Moura, ayant à son service l'expérimentation et l'observation laryngoscopique, a repris à son tour l'étude de ce problème physiologique, et il a eu le mérite d'ajouter des faits intéressants à ce sujet déjà tant de fois étudié par des expérimentateurs habiles.

De l'ensemble des recherches de M. Moura, il résulte :

1° Que la déglutition s'opère d'une manière différente chez l'homme et chez le chien;

2° Quant à la déglutition de l'homme, les trois temps admis dans l'acte de déglutition doivent être réduits à deux : pour M. Moura, la déglutition ne commence réellement que lorsque les aliments disséminés sur la langue sont parvenus au bord libre de l'épiglotte; d'où il résulte que le passage des aliments à travers l'isthme du gosier est le phénomène ultime de la mastication, et n'appartient réellement pas à l'acte de la déglutition : pendant ce passage, le tiers inférieur seulement de l'épiglotte ferme le larynx, tandis que ses deux tiers supérieurs restent relevés et concourent avec le pharynx à former un orifice et un conduit irrégulier dans lequel le bol est refoulé par la base de la langue;

3° Les boissons s'engagent dans la même voie que les aliments et ne s'introduisent pas dans le pharynx en passant sur les côtés de l'épiglotte.

La Commission accorde à **M. Moura** une mention honorable pour ses recherches expérimentales sur les phénomènes de la déglutition.

En résumé, la Commission du Concours de Physiologie experimentale, pour l'année 1867, décerne le prix de Physiologie expérimentale à **M. E. Cyon**, pour ses travaux sur *l'innervation du cœur par la moelle épinière ;*

Elle demande à l'Académie un *second* prix de Physiologie expérimentale pour couronner les recherches de **M. Baillet** sur la génération des helminthes chez les animaux domestiques;

Et elle accorde une mention honorable à **M. Moura**, pour son travail sur la déglutition.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX DE MÉDECINE ET DE CHIRURGIE,

FONDÉ PAR M. DE MONTYON.

(Commissaires : MM. Cloquet, Serres, Nélaton, Longet, Cl. Bernard, Milne Edwards, Coste, de Quatrefages, Ch. Robin rapporteur.)

Rapport sur le Concours de l'année 1867.

La Commission des prix de Médecine et de Chirurgie a l'honneur de proposer à l'Académie de décerner, cette année, trois prix et trois mentions honorables aux auteurs dont les noms suivent : à **M. Chauveau**, un prix de *deux mille cinq cents francs;* à **M. le Dr Courty**, un autre prix de *deux mille cinq cents francs,* et un prix de la même valeur à **M. le Dr Lancereaux**; à **MM. Max. Schultze, Hérard** et **Cornil** et à **M. Foissac**, des mentions honorables, avec *quinze cents francs* pour chaque mention.

La Commission propose en outre d'accorder, à titre d'indemnité, des sommes moindres aux auteurs de divers travaux estimables qui se trouveront cités dans ce Rapport à la suite de ceux qui sont l'objet de mentions honorables.

PRIX.

I. Par ses *Recherches sur la vaccine primitive*, M. Chauveau a démontré qu'on peut faire naître expérimentalement et à volonté la vaccine naturelle sur le cheval (*horse pox*). Il résulte de ses expériences que cette affection exanthématique pustuleuse, que l'on avait toujours regardée comme une maladie spontanée, peut être produite aussi par inoculation.

M. Chauveau a fait voir que la condition réside tout entière dans le mode particulier d'inoculation. On sait qu'en inoculant le vaccin sous l'épiderme, il se forme des pustules vaccinales qui restent locales et ne se

généralisent jamais. Mais, en injectant le vaccin directement dans les voies circulatoires, soit par les vaisseaux sanguins, soit par les vaisseaux lymphatiques, on obtient une éruption généralisée qui se manifeste toutefois dans certaines régions d'élection, telles que le pourtour des naseaux et des organes génitaux externes.

Il ne peut rester aucun doute, d'après les expériences de M. Chauveau, sur l'identité de cette vaccine expérimentalement produite et la vaccine dite *spontanée*. L'une et l'autre communiquent à l'homme, au cheval et à la vache la vaccine ordinaire.

Les conséquences que l'on peut déduire des expériences de M. Chauveau sont de deux ordres, et se rapportent à deux questions distinctes.

On peut se demander pourquoi l'absorption du vaccin par la peau ne produit pas une vaccine généralisée, comme on le voit arriver dans le cas où l'on pratique l'injection du virus dans les veines? Ce physiologiste a bien répondu à cette première question, et il a démontré, par des expériences, que cela ne vient pas de ce que l'absorption du virus serait plus considérable dans un cas que dans l'autre; mais que le fait résulte simplement de ce que la vaccination cutanée, étant rapidement efficace, préserve l'organisme d'une éruption généralisée qui ne pourrait être que plus tardive. En effet, l'injection du vaccin dans les voies circulatoires exige, pour produire la *vaccine généralisée*, une incubation de *huit* jours, tandis que, quand on inocule la vaccine à la peau, le travail évolutif commence en quelque sorte de suite, et, au bout de *cinq* jours, l'immunité est acquise, si bien que l'on ne peut plus faire prendre la vaccine sur la peau ni provoquer l'éruption *vaccinale généralisée*.

M. Chauveau a démontré très-ingénieusement qu'on peut, à volonté, faire naître une *vaccine localisée* ou *généralisée* par l'ancienne inoculation. Si, le lendemain de l'inoculation, on enlève la peau sur laquelle a eu lieu la piqûre vaccinale, on obtient une vaccination généralisée, et l'on n'a pas d'éruption locale de pustules vaccinales, etc.

Quant à la seconde question que soulève le travail de M. Chauveau, elle consiste à savoir si l'on doit admettre que, dans tous les cas, la *vaccine* dite *spontanée* doit être attribuée à une inoculation accidentelle par d'autres voies que par la peau, par les poumons, etc. Cette question n'est pas résolue par ses expériences, et rien ne s'oppose à ce qu'on admette, jusqu'à plus ample information, que les deux ordres de vaccine généralisée peuvent exister.

En résumé, l'énoncé seul des expériences de M. Chauveau en montre

l'importance capitale, et c'est à elles qu'il doit d'avoir pu *établir les conditions qui permettent de faire naître expérimentalement,* sans aucune difficulté, *la forme de vaccine* dite *vaccine primitive,* dont l'emploi est à juste titre recommandé dans la pratique de la vaccination.

Aussi l'avis unanime de votre Commission a-t-il été que M. Chauveau méritait d'être récompensé par l'Académie, qui, en lui accordant un prix, encouragera les travaux s'appuyant sur des recherches expérimentales dont l'influence sur les progrès de la médecine est ici des plus évidentes.

II. L'ouvrage de M. Courty, auquel la Commission vous propose d'accorder un prix, est un des traités les plus complets publiés jusqu'à ce jour sur *les maladies de l'utérus et de ses annexes* (1). Il offre tous les caractères d'une œuvre durable. On y reconnaît à chaque page le savant à qui toutes les parties de la médecine et de la chirurgie sont également familières.

Nous signalons à votre attention la manière dont l'anatomie de l'utérus et de ses annexes est présentée, dans ce livre, ainsi que tout ce qu'il renferme sur les différences apportées dans le volume, la forme et la structure de ces organes par les changements physiologiques continuels dont ils sont le siége.

A cette exposition, féconde en applications médicales, s'ajoute celle des recherches propres de l'auteur sur les attaches et le mode de suspension de l'utérus, sur la comparaison de l'appareil génital dans les deux sexes, sur ses différences d'un âge à l'autre, etc.

Il faut y joindre le résultat d'études statistiques nouvelles sur la menstruation (âges de l'*instauration* et de la *ménopause*) dans divers climats, etc.

L'auteur insiste encore particulièrement sur la *mutabilité anatomique*, et surtout *histologique*, incessante qui caractérise l'utérus, au double point de vue physiologique et pathologique ; il fait l'application de cette donnée aux phénomènes qui accompagnent la menstruation, la grossesse, les tumeurs utérines, les végétations, les ulcérations, les polypes, l'hypertrophie et l'atrophie de cet organe; il en déduit la manière toute spéciale et caractéristique dont l'utérus répond aux provocations de nos agents thérapeutiques; en un mot, il démontre que la pathologie et la thérapeutique utérines doivent être fondées sur la connaissance exacte des caractères anatomiques propres et distinctifs de l'utérus. De là une grande netteté de diagnostic et d'indications thérapeutiques dans tout le cours de cet ouvrage.

---

(1) *Traité pratique des maladies de l'uterus et de ses annexes, etc.* Un volume gr. in-8° avec figures. Paris, 1866.

Dans le chapitre consacré à la pathologie générale, la diversité de nature, de siége, de modifications histologiques des états morbides, le diagnostic, la classification *naturelle* et l'enchaînement des nombreuses maladies de l'appareil de la reproduction sont présentés d'une manière neuve.

Nous regardons aussi comme importante la distinction symptomatique que M. Courty s'est efforcé d'établir entre les diverses maladies utérines, concurremment avec les différences de nature et de siége histologique qui les caractérisent. Nous devons mentionner enfin les nombreux faits jusqu'alors inédits consignés dans ce traité concernant les anomalies de l'appareil reproducteur et les diverses formes de ses lésions morbides.

Outre ces mérites de détail, l'auteur a cherché à donner à son ouvrage un mérite d'ensemble, en écrivant, sur les maladies ovariennes et utérines, d'abord un traité qui fût *complet*, et en même temps un livre qui pût devenir *classique*, sans cesser de refléter l'originalité de l'écrivain.

Sans entrer dans de plus longs développements sur les questions de ce ordre, votre Commission se plaît à déclarer que non-seulem nt la publication de cet ouvrage comble une lacune dans la science, mais qu'il renferme un assez grand nombre de faits nouveaux pour mériter la haute récompense que la Commission propose à l'Académie de lui décerner.

III. Nous ne pourrions, sans dépasser les limites de ce Rapport, vous faire connaître toutes les données nouvelles qui ont amené votre Commission à vous proposer de décerner un prix à M. Lancereaux pour ses recherches sur les lésions dont les affections syphilitiques déterminent le développement (1). Devant l'impossibilité que nous rencontrons à cet égard, nous nous bornerons à reproduire le résumé du long et consciencieux Rapport que notre regretté confrère M. Rayer avait rédigé peu avant qu'il nous fût si douloureusement enlevé et qu'il devait présenter à vos Commissaires, qui en ont adopté la conclusion.

« En résumé, il ressort de cet important travail, disait M. Rayer, que la syphilis ne manifeste pas seulement ses effets à l'extérieur, mais encore sur les organes internes ; que les lésions qui lui sont propres ont de grandes analogies entre elles, sinon une identité anatomique complète; qu'elles intéressent plus particulièrement le tissu cellulaire, prenant part à la constitution de chaque organe, et se montrent sous deux formes principales, *forme*

---

(1) Lancereaux, *Traité historique et pratique de la Syphilis;* Paris, 1866. 1 vol. gr. in-8, avec 3 planches gravées et coloriées.

diffuse et *forme circonscrite;* qu'elles ont enfin un cachet spécial, qui permet de les différencier anatomiquement, et même de les reconnaître quelquefois pendant la vie.

» Pour arriver à ce résultat, M. Lancereaux, qui, pendant plusieurs années, avait recueilli dans les grands hôpitaux de Paris, et particulièrement dans les services de MM. Rayer, Laugier, Marrotte, Gendrin, Rostan et Grisolle, un nombre considérable de faits, ne s'en est pas tenu à ses propres recherches, bien que très-étendues. Il a su mettre à contribution la plupart des données acquises jusqu'à ce jour à la science. Non-seulement il a fait appel aux documents que nous ont laissés les anciens syphiligraphes, mais il a analysé, commenté et discuté les nombreuses observations rassemblées dans ces derniers temps. Il a fait un bon et légitime usage des observations rapportées en France par MM. Ricord, Gubler, Yvaren, Schutzenberger, G. Lagneau, Gros, Zambaco, Leudet, Hardy, Follin, Rollet, etc., et mis grandement à profit les faits observés par MM. Wilkser, Hutchinson, en Angleterre, les cas non moins intéressants rapportés en Allemagne par les docteurs Frerichs, Meyer, Tüngel, Wagner, et principalement par le professeur Virchow, dont le travail a beaucoup contribué à éclairer l'histoire de la syphilis viscérale.

» Fort d'une expérience personnelle considérable, agrandie par la connaissance de ce qui a été fait d'important sur la matière, éclairé par une étude constante et approfondie de tout ce qui concerne l'anatomie pathologique des viscères, M. Lancereaux a pu composer l'ouvrage le plus complet et le plus savant qui ait été publié jusqu'ici sur l'un des sujets les plus intéressants de la médecine. Cet ouvrage, en faisant mieux connaître les lésions syphilitiques internes après la mort, et en apportant plus de précision dans l'étude des symptômes, et spécialement des symptômes syphilitiques concomitants pendant la vie, contribuera aux progrès de la pathologie et à l'avancement de la thérapeutique. C'est à ces divers titres qu'il a mérité de fixer d'une façon toute particulière l'attention de la Commission, qui, la première, il y a déjà plusieurs années, avait appelé les investigateurs à étudier les lésions dont nous venons de parler; c'est à ces titres enfin que nous pensons qu'un des prix de la fondation Montyon doit être accordé à son auteur. »

MENTIONS HONORABLES.

IV. Malgré les nombreuses recherches dont la structure de l'œil a depuis longtemps été l'objet, la plus importante de ses membranes, la rétine, restait mal connue, en ce qui touche particulièrement la nature et les con-

nexions de plusieurs des éléments anatomiques qui la composent. M. le professeur Schultze, de Bonn, a depuis plusieurs années cherché à élucider les côtés encore obscurs de ces problèmes anatomiques. Il vous a adressé quatre Mémoires destinés à concourir aux prix Montyon ; par leur ensemble et leur perfection, ils constituent un travail magistral qui fait le plus grand honneur à cet anatomiste.

Dans un premier opuscule (*Observationes de retinæ structura penitiori;* Bonnæ, 1859, in-4), M. Schultze a fait connaître les caractères qui permettent d'établir une distinction précise entre deux parties constituantes de la rétine, les fibres nerveuses et l'élément anatomique qui sert simplement à l'union entre elles des autres parties. Cette distinction, hérissée de grandes difficultés, n'avait pu jusqu'à présent être effectuée d'une manière satisfaisante. Une fois établie, elle a servi à l'auteur de point d'appui pour arriver à la solution de plusieurs autres questions capitales. Elle a conduit M. Schultze à démontrer que le siége de l'impression lumineuse est dans la couche de la rétine dite *couche des bâtonnets et des cônes*, et que la terminaison des fibres du nerf optique a lieu dans cette couche, contre ces *cônes* et ces *bâtonnets* eux-mêmes. (*Zur Anatomie und Physiologie der Retina;* Bonn, 1866, 1 vol. in-8, avec planches.)

Parmi les résultats particuliers importants auxquels l'auteur a été conduit et qu'il faut signaler ici, nous noterons que ses recherches prouvent que les fibres *nerveuses larges* et composées du nerf optique vont se terminer contre les *cônes*, tandis que les *bâtonnets* sont au contraire en connexion avec les fibres nerveuses *minces* et simples exclusivement.

M. Schultze a de plus fait connaître quels sont les configurations et l'arrangement des *cônes* et des *bâtonnets* dans chacune des régions que distinguent sur la rétine les anatomistes et les physiologistes; telles sont en premier lieu la *tache jaune* et la *fossette centrale* (*foramen cæcum seu fovea centralis*), reconnues comme les parties les plus sensibles aux impressions lumineuses chez l'homme. En comparant dans chaque région les dispositions des *cônes* à l'impressionnabilité de chacune d'elles par rapport à telles et telles couleurs, il est arrivé à ce résultat remarquable que l'aptitude à percevoir et à distinguer les couleurs est fonction du nombre des *cônes* dans un espace donné de la rétine. Le plus haut degré de ce mode de la sensibilité spéciale se trouve dans la *fossette centrale*, où il n'existe que des *cônes*.

Se guidant sur les données précédentes, M. Schultze a étudié, comparativement à ce point de vue, la distribution des *cônes* et des *bâtonnets* sur les

mammifères et les oiseaux tant diurnes que nocturnes (1). Ces observations et diverses expériences l'ont conduit à cette conclusion que les *cônes* sont les intermédiaires organiques nécessaires de la perception des couleurs, tandis que les *bâtonnets* auraient pour usage de servir, suivant les expressions de l'auteur, à la transmission de la lumière en général (lumière blanche).

La nature de ce Rapport ne nous permet pas de discuter les expériences sur lesquelles l'auteur se fonde à cet égard, ni les objections qu'on lui a faites. Nous ne pouvons non plus entrer dans les détails anatomiques qu'exigerait l'exposé des données toutes nouvelles, sur la structure des *bâtonnets* et des *cônes*, dont nous sommes redevables à M. Schultze. Nous nous bornerons, par conséquent, à signaler en terminant que cet habile anatomiste a constaté que toutes les couches de la rétine prenaient leur origine embryonnaire dans le feuillet interne de la *vésicule oculaire primordiale;* c'est, au contraire, de son feuillet externe que dérive la couche épithéliale pigmentaire, de telle manière que cette couche doit être considérée comme appartenant à la rétine plus qu'à la choroïde vasculaire.

Cette rapide indication des faits les plus essentiels parmi ceux que, bien plus nombreux encore, nous devons aux investigations de l'anatomiste de Bonn, nous paraît suffisante pour montrer l'importance des Mémoires adressés à l'Académie par M. Maximilien Schultze, et pour faire comprendre les raisons qui ont amené votre Commission à décerner à ce savant une mention honorable.

V. MM. les Drs Hérard et Cornil ont soumis au jugement de l'Académie un travail intitulé : *De la phthisie pulmonaire, étude anatomo-pathologique et clinique* (Paris, 1866, in-8).

Si l'art médical de nos jours est en progrès, il n'est plus contesté qu'il le le doit aux données de plus en plus nombreuses que lui fournissent les sciences, dont il représente un des ordres d'applications, et à tort considérées comme en étant de simples auxiliaires. L'avenir de la médecine repose entièrement sur les progrès de ces sciences et sur leur application à la pathologie, dirigée avec discernement.

Le livre de MM. Hérard et Cornil est un exemple du fructueux emploi

---

(1) M. Schultze, *Ueber Stäbchen und Zapfen der Retina.* (*Archiv für mikroskopischen Anatomie.* Band. III, 1867, in-8. S. 215) et *Ueber der gelben Fleck der Retina*, etc. Bonn, 1866, in-8.

fait en Clinique de l'anatomie pathologique des tissus, basée sur la connaissance préalable de l'état normal de ces derniers.

Depuis quelque temps le microscope avait mis en évidence des faits anatomo-pathologiques qui étaient en désaccord sur beaucoup de points avec les idées généralement reçues; ces faits nouveaux ne pouvaient rester isolés de l'ensemble de nos connaissances sur la phthisie. Les diverses lésions du poumon, mieux connues dans leur production, leur ordre d'apparition, de succession et de subordination, devaient naturellement se relier à une série de symptômes leur correspondant. C'est ce rapport entre les altérations variées des organes respiratoires dans la phthisie pulmonaire et la symptomatologie complexe de cette affection que MM. Hérard et Cornil se sont particulièrement appliqués à mettre en lumière.

La physiologie et l'anatomie pathologiques nous révèlent deux sortes de phénomènes dans la phthisie : la production du tissu accidentel nommé *granulation tuberculeuse*, lésion caractérisant anatomiquement cette maladie; puis des inflammations diverses, ordinairement consécutives.

La première partie de l'ouvrage de ces auteurs est consacrée à l'étude anatomique de cette production morbide. On pourrait désirer parfois plus de netteté dans les notions de physiologie générale qui dirigent l'interprétation des faits qu'ils ont observés; mais on peut dire sans exagération que leur exposé de tout ce qui concerne l'anatomie pathologique et l'évolution du tubercule est un chef-d'œuvre au point de vue de la netteté et de la clarté des descriptions. Il l'emporte notablement à cet égard sur celui de leurs devanciers allemands et français; en outre ils confirment et étendent les recherches de ces derniers, ou même les rectifient, en les discutant avec une grande sagacité et un esprit véritablement scientifique.

Il n'y a pas lieu d'analyser ici leurs descriptions ni celle des modifications successives que, par une sorte de superfétation morbide, présente la *granulation tuberculeuse* peu après son apparition, à partir de l'époque où elle atteint ou dépasse un peu le volume d'un grain de millet. Bornons-nous à dire que cette production, regardée par MM. Virchow, Villemin, Hérard et Cornil, etc., comme une lésion essentielle et fondamentale de la phthisie en particulier, de la tuberculose en général, résulte d'une multiplication exagérée de l'un des éléments constitutifs du tissu cellulaire ou connectif, celui qui, pendant toute la vie, conserve l'état de *noyau* (noyaux du tissu cellulaire ou connectif, noyaux fibro-plastiques ou embryo-plastiques, etc.); puis, aussitôt formés, les noyaux nouvellement produits se

remplissent de granulations graisseuses et s'*atrophient* (partiellement du moins) avant d'avoir atteint tout leur développement individuel (1).

Ainsi, la maladie tuberculeuse, dont la phthisie pulmonaire est une des formes, serait en fait primitivemeni une affection du *tissu cellulaire, connectif ou lamineux*, débutant particulièrement dans celui qui forme la tunique externe dite *adventice des vaisseaux*. Ce fait demande à être mis en relief, et son importance n'échappera pas à ceux qui se préoccuperont d'interpréter les données relatives à la transmission de cette lésion d'un animal à l'autre, par inoculation sous-cutanée des granulations tuberculeuses; car le but des recherches anatomo-pathologiques est de déterminer la nature des tissus accidentels en tant qu'altération de tel ou tel ordre de chaque élément anatomique et de chaque tissu normal; détermination établie par la comparaison des parties lésées aux parties normales dont elles dérivent, comparaison établie aux diverses phases de leur développement à compter de l'instant de leur apparition. Or, tant que ce but n'est pas atteint, les inductions qu'on essaye de fonder sur ces recherches restent stériles.

D'accord avec Reinhardt, Virchow, Villemin, etc., MM. Hérard et Cornil considèrent les *tubercules miliaires*, de Laennec, les masses jaunâtres appelées *tubercule cru*, et les différentes formes d'*infiltrations* dites *tuberculeuses* comme des pneumonies lobulaires et lobaires dans lesquelles les *exsudats*,

---

(1) La question de l'existence d'un *élément spécifique du tubercule* mise à part, il serait injuste, dans l'histoire de l'évolution histologique de ce tissu accidentel, de ne pas rappeler que M. Lebert, loin de considérer la *phthisie à granulations grises* comme distincte de la *phthisie à tubercules jaunes crus ou ramollis*, ainsi que l'a admis, avec Bayle, etc., l'auteur de ce Rapport (*voyez* Ch. Robin et Bouchut : dans Bouchut, *Traité des maladies des nouveau-nés*, Paris, in-8°; 2e édition, 1852, p. 404; et dans Liégard, *De la fièvre cérébrale ou encéphalo-méningite*, Paris, 1854, in-4°, thèse, p. 15 et 16); que M. Lebert, disons-nous, a écrit : « Beaucoup de pathologistes les regardaient (les granulations tuberculeuses grises) comme une forme particulière de la phthisie pulmonaire, en la décrivant sous le nom de phthsie granuleuse.... Nous chercherons à prouver que la phthisie granuleuse n'est nullement une espèce particulière, mais que ces granulations grises demi-transparentes ne constituent qu'une des formes par lesquelles la tuberculisation débute *non-seulement dans les poumons, mais aussi dans beaucoup d'autres organes* » (Lebert, *Physiologie pathologique*, Paris, 1845, in-8°, t. I, p. 383). Seulement M. Lebert admet, en outre, que le tubercule jaune peut aussi être produit d'emblée comme tel (*tubercule miliaire jaune*). Comparer aussi la description de la structure de la granulation donnée par MM. Hérard et Cornil (p. 39, 40 et 117) à celle qu'en donnent Lebert (*loc. cit.*, p. 383), et Ch. Robin (*loc. cit.*, 1851 et 1854), en tenant compte des différences de dénominations employées d'une époque à l'autre pour désigner les mêmes éléments anatomiques.

au lieu de se résorber comme dans l'inflammation franche, se remplissent de granules graisseux, modification qui devient le point de départ du ramollissement et de l'ulcération des tissus.

La constatation de l'existence de *granulations tuberculeuses* dans toutes les autopsies de phthisiques faites par les auteurs de ce travail (que ces granulations fussent ou non accompagnées des diverses formes de *pneumonie tuberculeuse*) les a autorisés à subordonner la *pneumonie* aux granulations, et à ne faire qu'une seule et même maladie de ces deux ordres de phénomènes, que plusieurs auteurs, tant en France qu'en Allemagne, tendent aujourd'hui à séparer dans la description de la marche de cette affection. Nous devons aussi louer MM. Hérard et Cornil du soin avec lequel ils ont soumis à leurs investigations *la phthisie granuleuse généralisée,* avec ou sans lésions inflammatoires, forme de phthisie plus particulièrement connue sous le nom de *phthisie aiguë.* Il résulte en particulier de cette étude que lorsque cette forme s'accompagne de symptômes généraux dits *typhoïdes,* ces derniers sont amenés par des complications pulmonaires inflammatoires. Nous signalerons enfin à l'attention de l'Académie une partie entièrement neuve de l'ouvrage que nous analysons ici, qui a pour sujet l'étude des symptômes et du diagnostic de la *pneumonie caséeuse généralisée lobaire,* forme peu connue et assez rare de la phthisie, souvent prise pendant la vie, et même après la mort, pour des affections fort différentes des poumons et de la plèvre. Les indications thérapeutiques renfermées dans l'ouvrage que nous analysons sont logiquement déduites des idées exposées, et elles tirent leur valeur de l'excellence même des prémisses sur lesquelles elles reposent.

La curabilité de la phthisie semble ressortir de cette étude, et il est permis d'espérer qu'une meilleure direction imprimée au traitement hygiénique et pharmaceutique augmentera dans l'avenir le nombre des guérisons.

Le livre de MM. Hérard et Cornil est donc une œuvre importante de science et de pratique. Il renferme des faits considérés d'un point de vue qui avait été peu abordé jusqu'ici. Il éclaire cette question capitale de la pathologie humaine d'une vive lumière, et il l'élève au-dessus des travaux antérieurs; aussi votre Commission l'a-t-elle jugé digne d'une mention honorable.

VI. Les influences climatériques diverses ont sur l'homme une action incontestable, soit à l'état de santé, soit à l'état de maladie; mais de bonnes observations touchant cette partie de l'art médical sont rarement soumises

à l'examen de l'Académie. La raison de ce fait se trouve dans l'obligation, de la part de l'observateur, d'être également familier avec les sciences physiques et les sciences organiques. Cependant, en l'absence de données complétement satisfaisantes concernant l'influence des milieux ambiants, un ouvrage qui rassemblerait tous les faits connus, en cherchant à les apprécier et à les coordonner autant que le permet l'état actuel de nos connaissances, aurait déjà rendu un service à la médecine, ne fût-ce qu'en appelant les investigateurs à diriger de plus en plus leur attention vers cet ordre d'études.

Parmi les livres écrits dans cette direction vient se placer celui que M. Foissac a intitulé : *De l'Influence des climats sur l'homme et des agents physiques sur le moral* (2 vol. in-8°, 1867). L'ouvrage de M. Foissac est le premier dans lequel les influences météorologiques sur l'homme soient envisagées dans leur ensemble, sous le triple rapport physiologique, pathologique et psychologique. Il se recommande, en outre, par l'étendue et la nouveauté de son plan, par la coordination de ses nombreux matériaux, par la liaison qu'il établit entre des faits qui jusque-là étaient demeurés isolés.

L'auteur donne d'abord une nouvelle classification des climats, habilement justifiée.

Dans *la première Partie* de l'ouvrage se trouve un des chapitres les plus considérables relatifs aux variétés de la taille chez les différents peuples de l'Europe. Après avoir ajouté plusieurs tables à celles de Buffon et de M. Quetelet, il est arrivé à conclure de ses recherches comparatives que, non-seulement l'hérédité, le régime et le climat influent sur la stature de l'homme, mais encore que les saisons exercent sur son développement une action très-manifeste.

Dans un livre traitant de l'influence des climats sur l'homme, une importance hors ligne devait être accordée à l'étude des maladies endémiques, épidémiques et contagieuses. C'est ce qu'a fait M. Foissac dans la *deuxième Partie* de son ouvrage. Après les considérations générales d'un ordre élevé sur les constitutions médicales, il s'occupe principalement de l'étiologie, des caractères et du traitement des maladies qui prédominent dans certains climats, et, dans une série de chapitres, il résume et interprète, avec sagacité et un grand sens pratique, les meilleures notions sur l'ergotisme, la pellagre, la plique, l'acrodynie, le bouton d'alep, le goître et le crétinisme, les fièvres paludéennes, le scorbut, la scrofule, l'ophthalmie purulente, la lèpre, la variole, la syphilis, la dysenterie, la phthisie, etc., etc.

Enfin, dans la *troisième Partie*, M. Foissac traite des rapports du physique et du moral, et de l'influence des climats sur les facultés intellectuelles. Il n'admet pas les caractères, le plus souvent imaginaires, qu'on a attribués à tel ou tel tempérament, et il examine plutôt les rapports saisissables qui peuvent exister entre les qualités morales et certaines prédominances d'organisation, telles qu'une circulation rapide ou lente, la taille, la force musculaire, etc.

Votre Commission aurait désiré que, sur bien des points, l'auteur eût séparé avec plus de sévérité les faits qui ont une valeur scientifique réelle, de ceux qui ont été avancés sans être appuyés sur des preuves sérieuses, et que les recherches modernes ont déjà montrés ne pas être admissibles.

Après avoir fait à cet égard toutes ses réserves, la Commission pense cependant qu'en publiant son ouvrage, M. Foissac a rendu à la médecine un service assez marqué pour qu'une mention honorable lui soit accordée.

VII. M. Villemin a soumis au jugement de l'Académie des expériences du plus grand intérêt sur la transmission des lésions de la phthisie tuberculeuse de l'homme aux animaux et des animaux à d'autres animaux par l'inoculation sous-cutanée du produit morbide appelé *tubercule*. La Commission reconnait que l'auteur a fait preuve, dans ces recherches, d'un talent remarquable, et qu'il a ouvert une voie nouvelle pour l'étude expérimentale d'une des maladies les plus meurtrières qui affligent l'humanité.

Mais c'est précisément en raison de cette importance du travail de M. Villemin (1) et du désir qu'elle a de le récompenser dignement que la Commission remet son jugement à un Concours prochain, afin de donner à l'auteur le temps de développer sa découverte et de mettre sous nos yeux les résultats des principales expériences sur lesquelles elle est établie.

VIII. M. Bergeron (*De la Salivation pancréatique dans l'empoisonnement mercuriel*) s'est proposé d'expliquer la production de la cachexie mercurielle par l'altération de la sécrétion pancréatique. C'est là un sujet important qui mérite toute l'attention de l'Académie. L'auteur fonde son opinion sur des preuves expérimentales qu'il est nécessaire que la Commission, suivant ses habitudes, puisse contrôler. Nous proposons donc de réserver le travail de M. Bergeron pour le prochain Concours, en l'engageant à multi-

---

(1) VILLEMIN, *Études sur la Tuberculose*. Paris, 1868; in-8°.

plier encore ses expériences dans de nouvelles conditions que la Commission pourrait lui indiquer.

IX. Pour terminer ce Rapport sur les nombreux et importants travaux qui, cette année, ont été soumis à notre examen, nous signalerons encore d'une manière spéciale à l'Académie les Mémoires de M. le Dr E. Magitot, intitulés :

Recherches expérimentales et thérapeutiques sur la carie du tissu dentaire. (1 vol. in-8°; Paris, 1867.)

Études et expériences sur la salive. (In-8°; Paris, 1866.)

Recherches ethnologiques et statistiques sur les altérations des dents. (1867.)

Ces travaux, fondés sur des observations neuves et sur une série d'expériences très-bien instituées, ont paru assez importants à votre Commission pour qu'elle vous eût proposé d'accorder à leur auteur une des hautes récompenses que nous sommes appelés à décerner, si nous n'avions été obligés de les considérer comme ne pouvant plus concourir aux prix de l'Académie des Sciences, en raison de ce qu'ils ont déjà été couronnés par l'Académie impériale de Médecine, qui leur a décerné le *Prix de Chirurgie expérimentale*, fondé par Amussat.

CITATIONS HONORABLES.

X. Nous vous demandons enfin d'accorder une *citation* très-honorable aux auteurs dont les noms suivent :

A **M. Bouchard**, pour son Mémoire intitulé : *Des Dégénérations secondaires de la moelle épinière.* (*Archives générales de Médecine;* Paris, 1866, in-8°.)

A **MM. Prévost** et **Cottard**, pour leurs *Études physiologiques et pathologiques sur le ramollissement cérébral.* (*Mémoires de la Société de Biologie;* Paris, 1866, in-8°.)

A **MM. Estor** et **Saintpierre**, pour leurs Mémoires intitulés : *Expériences propres à faire connaître le moment où fonctionne la rate;*

Du Siége des combustions respiratoires;

Recherches expérimentales sur les causes de la coloration rouge des tissus enflammés. (*Journal d'Anatomie et de Physiologie;* Paris, 1866.)

A **M. Ordoñez**, pour ses *Études sur le développement des tissus fibrillaires et fibreux.* (*Journal d'Anatomie et de Physiologie;* Paris, 1866.)

Et enfin à **M. Commenge**, pour son ouvrage intitulé : *Du Traitement de la coqueluche par l'inhalation des substances volatiles, etc.*

XI. D'autres travaux, intéressants à plus d'un titre, ont été pris en considération par votre Commission. Parmi eux, elle doit citer particulièrement ceux de **MM. Larcher, Clémenceau, Allix, Bouchut, Joulin, Galezowski, Empis** et **Faure**. Mais ces travaux, bien que très-estimables, ne portant pas un cachet de nouveauté ou d'originalité égal à celui des recherches que votre Commission a jugées dignes de récompenses, elle a dû se borner à mentionner, dans son Rapport, le résultat de l'examen qu'elle en a fait.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

PRIX DIT DES ARTS INSALUBRES,

FONDÉ PAR M. DE MONTYON.

(Commissaires : MM. Combes, Dumas, Payen, Balard, Chevreul rapporteur.)

Rapport sur le Concours de l'année **1867**.

Il y a longtemps déjà que la loi de 1810, qui régit les établissements industriels relativement à la salubrité, se montrait insuffisante, malgré les modifications qu'on avait apportées successivement à son application; enfin, depuis une vingtaine d'années, on sentait la nécessité de reprendre l'ensemble des industries classées par la loi de 1810, afin de le mettre en harmonie avec les progrès de la science, dans le double intérêt de l'industrie et de la salubrité.

La loi de 1810 avait été surtout créée pour prévenir les dangers des vapeurs acides, telles que l'acide sulfureux provenant du grillage des pyrites, l'acide chlorhydrique provenant des fabriques de soude récemment établies.

Sans doute, à cette époque, il existait beaucoup d'usines où l'on travaillait les matières organiques, et on savait les inconvénients dont elles sont cause, relativement aux mauvaises odeurs, et à la fâcheuse influence des eaux qui en sortent avec des matières organiques susceptibles de se putréfier ; mais ces usines n'étaient alors qu'en petit nombre et restreintes à des localités où par habitude on tolérait les inconvénients du voisinage.

Le développement de l'industrie, portant à la fois sur la multiplication des usines déjà connues et sur l'établissement d'usines nouvelles, montra peu à peu l'insuffisance de la loi de 1810, à l'égard des inconvénients des nouvelles usines et à celui d'usines réputées dangereuses d'après la loi de 1810, mais qui, par suite des progrès de la science, avaient cessé de l'être absolument ou qui l'étaient devenues beaucoup moins.

C'est donc sous la double préoccupation de la salubrité publique et des progrès de l'industrie que l'Administration de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux publics chargea le Comité consultatif des Arts et Manufactures de revoir la loi de 1810.

A une époque comme la nôtre, où toutes les nations de l'Europe sont en communications incessantes, la condition que le Comité jugea indispensable pour satisfaire à la confiance de l'autorité supérieure fut de savoir l'état des usines et fabriques des pays étrangers les plus avancés au point de vue de l'industrie. Dès lors des instructions furent rédigées par le président du Comité et données à un ingénieur des Mines, M. de Freycinet, qui reçut de M. le Ministre de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux publics la mission de se rendre en Angleterre, par décisions du 1er décembre 1862 et du 9 avril 1863.

L'objet des questions proposées à M. de Freycinet était :

1° L'examen des fabriques ou usines réputées dangereuses ou incommodes sous trois rapports : *l'infection de l'atmosphère*, *l'infection des eaux* et *l'influence des procédés sur la santé des ouvriers qui les exécutent;*

2° L'indication ou la description des moyens, des procédés d'assainissement employés dans chaque industrie insalubre.

Le résultat de la mission de M. de Freycinet fut un Rapport qui ne comprend pas moins de 116 pages avec les notes qui y sont jointes.

Enfin, en 1866, M. de Freycinet alla de nouveau en Angleterre par ordre du Ministre de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux publics, pour examiner l'emploi des eaux d'égout de Londres.

Ce Rapport, publié en 1867, ne comprend pas moins de 88 pages.

Le premier Rapport de M. de Freycinet, sur l'assainissement des fabriques d'Angleterre, fut jugé d'une manière si avantageuse par l'Administration supérieure, que, par une décision ministérielle du 2 janvier 1864, M. de Freycinet fut chargé de faire, sur *l'assainissement industriel et municipal de la France*, un travail analogue à celui dont l'Angleterre avait été le sujet; ce nouveau Rapport ne comprend pas moins de 247 pages.

Tels sont les écrits que l'Académie a renvoyés à la Commission des Arts insalubres, après qu'ils ont eu le suffrage du Comité consultatif des Arts et Manufactures, et justifié le choix de l'auteur fait par Son Excellence le Ministre. Aussi vient-elle de charger M. de Freycinet de lui faire un Rapport sur la législation et les règlements relatifs au travail des enfants dans les manufactures.

La Commission a reconnu l'utilité de ces Rapports; ils ont le mérite

incontestable de la clarté et de la méthode dans l'exposition des faits, et les détails, sans être prolixes, jettent toutes les lumières désirables sur un pareil sujet.

Conclusion.

Ne connaissant aucune publication aussi étendue, aussi précise et aussi utile à connaître, dans le double intérêt de la salubrité et de l'industrie, que celle dont nous venons de parler, la Commission des Arts insalubres est unanime à proposer que **M. Charles de Freycinet**, ingénieur des Mines, ait un prix de *deux mille cinq cents francs*.

La Commission des Arts insalubres, qui déjà a eu l'occasion d'accorder à **M. Galibert** un encouragement pour un appareil très-simple, destiné à préserver l'homme qui le porte de pénétrer sans accident dans des atmosphères limitées délétères, et d'y rester pendant un quart d'heure sans danger, propose, après avoir pris connaissance des nouveaux perfectionnements apportés à son appareil, de lui accorder un encouragement de *quinze cents francs*.

M. Pimont, de Rouen, compose un enduit qui, depuis plus de quinze ans, est employé avec succès sur la partie métallique des appareils de chauffage qui est exposée à l'air. Cet enduit a le double effet d'empêcher la dispersion de la chaleur à l'extérieur et de préserver de sa fâcheuse influence les ouvriers qui seraient exposés à la recevoir.

Cet enduit, doué encore de la propriété hydrofuge, peut être employé avec avantage dans plusieurs circonstances, ainsi que les ingénieurs de la ville de Paris l'ont constaté lors de l'Exposition universelle.

La Commission propose à l'Académie d'accorder à **M. Pimont** un encouragement de *quinze cents francs*.

Ces propositions ont reçu l'approbation de l'Académie.

PRIX BORDIN.

(Commissaires : MM. Ad. Brongniart, Tulasne, Duchartre, Trécul, Decaisne rapporteur.)

Rapport sur le Concours de l'année 1867.

L'Académie avait adopté pour sujet du prix Bordin, dans la séance du 5 mars 1866, l'*Étude de la structure anatomique du Pistil et du Fruit dans ses principales modifications*. Votre Commission, afin de bien préciser le but qu'elle désirait voir atteindre, publiait le programme suivant :

« L'organisation de la fleur est maintenant ramenée par tous les botanistes à un type général, dans lequel on considère tous les organes qui la constituent comme dérivant de modifications diverses des feuilles.

» Placé au centre de la fleur, le pistil présente cependant quelquefois des difficultés par une assimilation complète de ses diverses parties aux organes appendiculaires ou foliacés. L'axe même de la fleur, prolongé et diversement modifié, paraît, dans certains cas, entrer dans la constitution du pistil et des placentas, et par suite dans celle du fruit.

» On a cherché à résoudre cette question par l'étude des monstruosités et de l'organogénie; mais il reste sur plusieurs points des doutes que l'examen anatomique de ces organes à différentes époques de leur développement pourrait probablement résoudre.

» On demanderait aux concurrents d'étudier dans les principaux types d'organisation du pistil la distribution des faisceaux vasculaires qui se portent soit dans placentas et les ovules, soit dans les parois de l'ovaire ou dans le péricarpe, ainsi que dans la zone externe des ovaires adhérents, et de déterminer l'origine de ces faisceaux vasculaires et leurs diverses connexions. »

L'Académie, en réponse à cette question, a reçu trois Mémoires écrits en français, et qui ont été renvoyés à une Commission composée de MM. Brongniart, Tulasne, Duchartre, Trécul et Decaisne rapporteur.

Avant d'examiner chacun de ces Mémoires, vos Commissaires croient nécessaire de résumer en peu de mots les deux opinions qui se trouvent en présence pour expliquer la structure du pistil et l'origine des placentas.

L'opinion ancienne, déjà émise par Linné, considère les diverses parties florales comme formées par des organes appendiculaires analogues à des feuilles modifiées, ce qui rendrait l'ensemble de la fleur comparable à un bourgeon. Le centre de la fleur est occupé par le pistil, autrement dit carpelle ou ovaire, qui met un terme à la végétation du rameau, comme la fleur tout entière met un terme à la végétation de la tige ou du pédicelle. Le pistil simple, c'est-à-dire réduit à un carpelle unique, peut donc être considéré comme une feuille pliée sur elle-même dans le sens de sa nervure médiane, ayant ses bords tournés vers l'axe de la plante, son dos regardant l'extérieur, et portant des ovules sur les bords rapprochés et plus ou moins soudés. On aura un exemple bien net de cette disposition dans une cosse de pois, et on pourra se représenter un pistil composé comme formé de la juxtaposition de plusieurs carpelles simples disposés en cercle autour

de l'axe idéal de la fleur. C'est ce dont la Pivoine et la Badiane étoilée nous offrent des exemples connus de tout le monde.

Une autre conséquence de cette manière de concevoir la structure du pistil simple, est que le placenta est nécessairement double, puisqu'il résulte de la réunion des deux bords de la feuille carpellaire, et on en peut dire théoriquement autant du stigmate, qui se montre d'ailleurs assez fréquemment divisé en deux parties, comme on le voit dans les pistils simples des Graminées, etc.

L'opinion opposée regarde au contraire les placentas et les ovules qu'ils supportent comme une partie distincte et indépendante de la feuille carpellaire et comme une dépendance de l'axe floral, qui se divise par une sorte de partition pour fournir un nombre de branches double de celui des carpelles ou égal au leur, et se souder aux points correspondant à la juxtaposition de leurs bords.

Après ce court exposé de la question, vos Commissaires vont examiner chacun des trois Mémoires qui leur ont été renvoyés.

Le Mémoire n° 3, ayant pour épigraphe « *les Théories passent, les Faits restent* », traite la question, mais d'une façon trop abrégée. D'après lui : 1° les ovules sont *toujours* portés par le réceptacle (axe) et jamais par les feuilles carpellaires, simples enveloppes protectrices ; 2° le réceptacle ou axe peut se ramifier comme une tige, un rameau, etc., et ses branches peuvent être entraînées plus ou moins haut avec les feuilles carpellaires, de la même manière que des fleurs, des inflorescences, etc., sont quelquefois entraînées à distance de leur point réel d'origine par la feuille à l'aisselle de laquelle elles existent (*Solanum, Vitis*, Asclépiadées, Cucurbitacées, etc.); 3° les ovaires supères ont pour paroi des feuilles carpellaires, tandis que les ovaires infères ont pour paroi le réceptacle concave. On voit que l'auteur résout une partie de la question dans le sens d'Auguste de Saint-Hilaire, de Payer, etc., en considérant le placenta comme formé par un organe indépendant de la feuille carpellaire. Les exemples qu'il cite ont pour but d'appuyer sa conclusion. Entre autres exemples il signale le placenta du *Thesium*, dont l'axe fait suite à celui de la fleur et dont le faisceau vasculaire est la continuation de celui du pédoncule ; mais l'auteur semble n'avoir pas eu à sa disposition les moyens d'observation dont la science dispose aujourd'hui ; il aurait reconnu que le placenta du *Thesium* et de toutes les Santalacées est formé d'un tissu utriculaire homogène absolument dépourvu de vaisseaux. Ses moyens d'investigation ne sont pas au nombre de ceux que l'Académie avait recommandés ; sa méthode a consisté à décrire succinctement et d'une manière

uniforme le pistil d'une vingtaine de plantes appartenant à quatorze familles, enfin les dessins dont il a accompagné son Mémoire se réduisent à une douzaine d'esquisses sur lesquelles l'auteur s'est contenté d'indiquer par des lignes ou des points colorés le trajet du système vasculaire. Tout en reconnaissant que l'art n'est ici qu'une question secondaire, vos Commissaires ne peuvent oublier que l'Académie avait demandé une étude complète de la distribution et de la nature du système vasculaire du pistil simple et composé.

Le Mémoire inscrit sous le n° 1, portant pour épigraphe « *l'Observation exacte peut seule servir de fondement à une bonne théorie* », est beaucoup plus complet que le précédent; il porte sur l'examen du pistil dans dix-sept familles de plantes décotylédonées à ovaires libres, dans neuf familles à ovaires infères et, parmi les plantes monocotylédonées, sur une famille à ovaire libre et sur trois à ovaires adhérents. L'atlas qui accompagne le texte se compose de 158 figures grossièrement exécutées à la plume, et le système vasculaire sur la nature duquel l'Académie, comme nous venons de le dire, avait particulièrement appelé l'attention des concurrents, se trouve ici indiqué par de simples lignes ponctuées qui n'indiquent pas assez clairement l'origine et la terminaison des faisceaux. L'auteur arrive à des conclusions pour le moins étranges. Selon lui, le carpelle de l'Hellébore, qui a servi de base à la théorie qui nous semble le mieux démontrer l'analogie du carpelle avec la feuille, ne doit point être considéré comme une feuille repliée sur elle-même jusqu'au contact de ses bords, mais bien comme un organe à la formation duquel concourent trois faisceaux axo-appendiculaires, à savoir : un faisceau dorsal et deux faisceaux placentaires non compris les faisceaux ovulifères. Il résulte de cette manière de voir que si l'Hellébore nous offrait, comme d'autres Renonculacées, un exemple de fleurs doubles, chaque carpelle devrait être remplacé, non par une feuille pétaloïde unique, mais par trois feuilles; il en résulterait encore que chaque carpelle, considéré isolément, représenterait un groupe d'organes appendiculaires modifiés et serait en tout point comparable à un bourgeon. En d'autres termes, l'auteur considère une fleur complète comme un assemblage d'organes appendiculaires ayant au centre un ou plusieurs bourgeons dont les productions latérales ou appendices seraient transformés en carpelles, munis à leur aiselle d'un ou plusieurs axes ramifiés portant les ovules. Pour l'auteur, toutes les cloisons, toutes les parois, tous les placentas auxquels adhèrent les ovules sont de nature axile. Pour lui, toute fleur simple complète et à ovaire libre est l'équivalent d'une branche ramifiée,

ou, si l'on aime mieux, d'une inflorescence restée en quelque sorte à l'état embryonnaire et entourée d'une rosette d'appendices (calyce, corolle, étamines, etc.,) et au centre de laquelle des bourgeons très-rudimentaires (les branches non développées de l'inflorescence métaphorique) se transforment chacune en un carpelle. Tout carpelle, y compris les ovules, est formé par le concours de plusieurs faisceaux axo-appendiculaires. Les placentas, au contraire, sont toujours de nature axile. Dans les fleurs à ovaire libre ou supère, il n'y a guère que les placentas qui soient de nature axile, les parois ovariennes étant appendiculaires. Dans les fleurs à ovaire infère ou adhérent, non-seulement les placentas sont axiles, comme d'ailleurs dans tous les cas, mais l'ovaire lui-même, dans une étendue plus un moins grande, quelquefois presque en totalité, est de nature axile. Les fruits suivent naturellement la même règle. Ainsi, l'auteur du Mémoire n° 1 considère non-seulement le placenta comme d'origine axile, il y ajoute l'*axilité* de l'ovaire soit totale, soit partielle, lorsque l'ovaire est infère. Sa conclusion est très-nette, il adopte la théorie d'Auguste de Saint-Hilaire et de Payer pour l'origine des placentas; il adopte la manière de voir de M. Schleiden pour les ovaires adhérents. Vos Commissaires auraient désiré une démonstration plus rigoureuse que celle qui a été donné par l'auteur; ils regrettent qu'il se soit contenté d'un examen superficiel du système vasculaire; il aurait certainement reconnu, à l'aide de moyens d'observation plus parfaits, que les faisceaux vasculaires auxquels il a donné le nom d'axo-appendiculaires, bien que souvent formés des mêmes éléments, nous les montrent autrement groupés dans les organes floraux que dans la tige. Tout en reconnaissant la valeur de quelques déductions, votre Commission a constaté que le Mémoire n° 1 laissait tout à désirer au point de vue anatomique.

L'auteur du Mémoire n° 2, portant pour épigraphe « *Nec contentum exteriori rerum Naturæ conspectu... introspicere*. Senec. », a senti qu'avant d'entreprendre l'étude de la distribution des faisceaux vasculaires, il convenait de préciser ce qu'on doit entendre par les termes *axe* et *appendice*, termes beaucoup moins clairs qu'ils ne le semblent au premier abord. Toutefois il ne prend pas la question à son origine; il ne se demande pas si ces mots *axe* et *appendice* correspondent à des éléments de nature primordialement différents, et si dans les premières phases de l'organisation des phanérogames l'axe ne précède pas toujours l'appendice. Il se borne à signaler les différences qui séparent ce qu'on nomme *axe* et *appendice*, quand ces deux ordres d'organes sont devenus distincts par l'évolution de la plante, et c'est

dans la nature du système vasculaire qu'il cherche le criterium de sa distinction.

Toutes les fois que plusieurs faisceaux vasculaires dessinent un cercle complet sur la coupe transversale d'un organe, sont, en un mot, orientés autour d'une ligne idéale, qu'ils regardent tous par leurs parties homologues, on a affaire à un axe; toutes les fois au contraire que les faisceaux se coordonnent relativement à un plan, on a affaire à un organe appendiculaire. S'appuyant sur cette notion qui, en effet, est exacte pour les cas spéciaux qu'il avait à étudier, l'auteur procède à une analyse anatomique très-minutieuse des fleurs dans cinquante-cinq familles, choisies de manière à présenter à peu près toutes les combinaisons connues dans ces organes. Afin d'apporter la plus grande clarté dans son discours, il rectifie des dénominations inexactes, celle par exemple de *placentation axile* qui semble préjuger l'origine jusqu'ici douteuse des placentas, mais qui en réalité ne s'appliquait qu'à une apparence de situation, et il y substitue celle de *placentation angulaire* qui ne préjuge rien. Tout en accordant plus d'importance à l'anatomie qu'aux autres moyens d'investigation, il ne néglige point cependant l'étude des organes adultes ou naissants, considérés dans leur forme extérieure et dans leur relation avec d'autres organes, en d'autres termes la morphologie et l'organogénie concourent ici à établir les mêmes résultats que l'inspection du système vasculaire et des organes extérieurs. C'est ainsi que, par des recherches délicates et minutieuses, l'auteur croît être arrivé à reconnaître l'origine et la nature du placanta central des Primulacées qui a si souvent exercé la sagacité des botanistes.

L'étendue de ce Mémoire est trop considérable pour que vos Commissaires puissent suivre l'auteur, même sommairement, dans les analyses détaillées de cinquante-trois familles de plantes. Il nous suffira de dire qu'il porte l'empreinte d'un travail considérable, où l'on retrouve à chaque page l'application du principe qui lui sert de fil conducteur. Mais cette logique, fidèlement suivie, le mène, dans quelques cas, à des conclusions qui pourront heurter des opinions reçues, par exemple celle-ci : qu'il y a des organes appendiculaires doubles, qui naissent de l'axe sous forme de faisceau simple, et qui se divisent à une certaine distance du point d'émergence en deux appendices simples et superposés, qu'on peut dire « en toute vérité » insérés l'un sur l'autre. Cette conclusion, que plus d'un botaniste pourra contester, lui paraît importante, et il s'en sert effectivement pour expliquer des structures qui jusqu'ici ont presque passé pour des anomalies.

Un autre point qui soulèvera des objections, est celui où l'auteur, si tou-

tefois nous avons bien compris sa pensée, explique l'adhérence de l'ovaire par la coalescence originelle avec tous les verticilles floraux qui lui sont extérieurs, coalescence du même ordre que celle qui réunit les carpelles entre eux dans les pistils composés, ou les pétales et les étamines entre eux dans les corolles monopétales. C'est à peu de nuance près la théorie professée par Auguste de Saint-Hilaire, théorie combattue depuis avec succès par M. Schleiden, et repoussée par beaucoup de botanistes, qui, assimilant certains ovaires infères, ceux des Pomacées et des Cactées par exemple, à l'inflorescence du Figuier, ne reconnaissent comme dépendance de la fleur proprement dite, que la série des verticilles floraux, et considèrent ce qu'on nomme communément dans ces fleurs le tube du calyce comme une dilatation du réceptacle même de la fleur plus ou moins déprimé à son sommet et formant cupule. Malgré le soin que l'auteur a donné à cette partie de ses analyses, nous doutons que ses raisonnements entraînent la conviction générale; mais nous n'en reconnaissons pas moins que ses déductions sont ingénieuses, et qu'en cherchant à appuyer sur l'anatomie une doctrine qui perdait journellement du terrain, il la présente sous un jour nouveau, et ouvre la voie à des discussions qui sans doute feront jaillir la vérité sur ce point encore obscur de l'organographie végétale.

Vos Commissaires auraient désiré trouver dans ce Mémoire une étude de la distribution des faisceaux vasculaires dans les ovaires gynobasiques, ainsi qu'une anatomie détaillée de ces mêmes faisceaux dans les principaux groupes de plantes examinés; mais ils reconnaissent que ces lacunes pourront être facilement remplies.

Le Mémoire dont nous venons de rendre compte se compose d'environ 200 pages d'un texte très-fin et serré, et se trouve accompagné d'un atlas de 39 planches, représentant plus de 500 figures analytiques dessinées au trait avec beaucoup de soin sous forme de diagrammes, d'après des esquisses faites à la chambre claire. L'un de vos Commissaires a pu vérifier l'exactitude parfaite de quelques-unes de ces analyses, ce qui lui permet de conclure que les autres ont atteint le même degré de fidélité.

Il est rare que dans les Concours ouverts par l'Académie, les Mémoires présentés résolvent toutes les difficultés proposées, mais souvent ils approchent assez du but pour qu'elle croie devoir tenir compte à leurs auteurs des solutions même partielles qu'ils apportent, compensant d'ailleurs ce qu'ils ont d'incomplet, sous certains rapports, par la découverte de faits inattendus ou par de nouvelles méthodes d'investigation. Votre Commission estime que le Mémoire n° 2 se trouve dans ce cas, et que s'il laisse encore des

doutes sur quelques points du programme, les nombreuses recherches anatomiques qu'il contient rectifieront bien des erreurs de détail encore inaperçues dans les Traités de botanique, et contribueront par là à donner à la science ce degré de certitude auquel peuvent seuls l'amener les efforts collectifs de ceux qui la cultivent.

Votre Commission, à la majorité, décerne le *Prix Bordin* pour 1867 au Mémoire qui porte l'inscription : *Nec contentum exteriori rerum Naturæ conspectu... introspicere*. Senec. Elle exprime aussi le vœu que ce Mémoire reçoive dans le *Recueil des Savants étrangers* une publication sans laquelle il deviendrait inutile à la science.

L'auteur de ce Mémoire est **M. Ph. Van Tieghem**.

PRIX BRÉANT.

(Commissaires : MM. Andral, Cl. Bernard, Cloquet, Nélaton, Ch. Robin rapporteur.)

Rapport sur le Concours de l'année 1867.

La Commission du prix Bréant vient vous présenter son Rapport sur les travaux concernant l'étude médicale du choléra, qui, chaque année, vous sont adressés pour concourir au prix fondé par M. Bréant. Comme dans les concours antérieurs, la plupart des nombreux écrits soumis à notre examen se composent de vues hypothétiques sur les causes premières et la nature intime de la maladie, sans que leurs auteurs se soient préoccupés de la nécessité d'une connaissance préalable approfondie de l'organisation humaine et des milieux dans lesquels nous vivons pour aborder l'étude de ces difficiles problèmes. Ne pouvant cette année, non plus que les précédentes, vous proposer de décerner le prix, la Commission a cru devoir distinguer par une récompense, suivant l'intention du testateur, les travaux qui lui paraissent avoir fait faire quelques progrès à nos connaissances, soit sur la durée de l'incubation et sur les modes de transmission de cette maladie, soit sur certains symptômes qui l'accompagnent. Ce sont ceux de MM. les docteurs Charles Huette, médecin à Montargis, et Mesnet, médecin des Hôpitaux de Paris.

En outre elle signale honorablement à votre attention comme de bons exemples à suivre deux points particuliers du travail de M. le docteur Armand Jobert, de Marseille. Ce sont : 1° un tableau météorologique de 30 jours de choléra observé à Marseille en 1865; 2° une Carte, faite par M. Rigodit, lieutenant de vaisseau, de la marche générale de l'épidémie concentrée dans le bassin de la Méditerranée en 1865.

Elle signale enfin comme utile, bien que ne concernant pas la découverte de faits nouveaux, la Note de M. le docteur Michou, d'Essoye (Aube), sur le traitement des maladies cutanées par l'arséniate de potasse, aidé de l'emploi d'autres moyens accessibles aux populations des campagnes dépourvues des ressources dont disposent les habitants des villes.

Nous devons actuellement appuyer les propositions de récompenses que nous vous avons faites par une courte analyse des recherches de MM. Huette et Mesnet.

I. L'influence qu'a sur la propagation du choléra le transport d'un lieu dans un autre, soit des cholériques, soit de ceux qui ont vécu près d'eux, et l'importance que la constatation de ce transport offre au point de vue de l'hygiène publique, sont deux données corrélatives qui ont cours dans la médecine depuis longtemps. Beaucoup des écrits dogmatiques publiés sur le choléra, tant en France qu'à l'étranger, depuis 1832, expliquent comment le choléra a été importé d'une ville, d'une province, d'un royaume ou d'une partie du globe à l'autre, ici par des voyageurs, une caravane, un navire (1), un corps d'armée, là par une émigration, par le transport

(1) *Voir* Briquet et Mignot : *Traité du choléra-morbus ;* Paris, 1850, in-8°; p. 103 et particulièrement pages 104, 105 et 114. Dès 1832, M. Velpeau (Séance de l'Académie de Médecine du 29 mai 1832) disait à l'Académie de Médecine qu'avant peu on verrait l'assemblée elle-même se ranger à l'opinion contagioniste. — Delpech également écrivait à la même époque : « Pour quiconque n'a pas jugé avant de connaître, dans l'état présent de la question, la contagion est la seule voie de propagation du choléra qui soit susceptible de démonstration » (Delpech, *Étude du choléra;* Paris, 1832, in-8°, p. 234). « A la fin d'une épidémie de choléra, la diarrhée règne communément et longtemps; elle est la suite, comme le précurseur, de la maladie... Une remarque tout aussi importante, c'est que, parmi les diarrhéiques et autour d'eux, on voit éclater encore un assez grand nombre d'exemples de choléra... J'ai de bonnes raisons pour croire que les évacuations des diarrhéiques sont contagieuses et peuvent donner le choléra » (Delpech, *ibid.*, p. 275). *Voir* aussi Fauvel, inspecteur général des services sanitaires : *Histoire médicale de la Guerre d'Orient, de juillet 1854 à la fin d'août 1856 (d'après une suite de Rapports officiels adressés à S. Exc. le Ministre de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux publics, et transmis au Comité d'hygiène publique).* « Importation du choléra dans l'armée française, à Gallipoli, par des navires chargés de troupes embarquées à Marseille, ayant traversé Avignon où régnait le choléra, et après l'embarquement desquelles des cas de cette maladie s'étaient manifestés parmi les soldats. » Ces faits et d'autres de même ordre sont également exposés dans l'important ouvrage de M. Chenu, publié en mars 1865 (*Rapport au Conseil de santé des armées, etc., pendant la Campagne d'Orient;* Paris, in-4°, p. 18), ouvrage qui a obtenu le *Prix de Statistique* de l'Académie des Sciences. — *Voir* encore les Relations de MM. Scrive (1857), Marroin (1861), etc.

d'objets de literie, etc.; pourtant divers médecins étaient encore portés à croire à la *non-transmission* du choléra.

Mais on peut dire que l'hésitation de la plupart des praticiens a cessé depuis l'époque où, en 1855, M. Charles Huette publia, dans les *Archives de Médecine*, un remarquable Mémoire intitulé *Du développement et de la propagation du choléra* (1), qu'il a soumis cette année seulement à l'examen de votre Commission. A l'aide d'un grand nombre d'observations des mieux faites il a étudié cette maladie aux points de vue de son *importation* d'un lieu à un autre et de sa *transmission*.

Il a dans ce travail mis en relief de la manière la plus formelle l'importance, tant au point de vue administratif que sous le rapport médical, des faits qu'il a observés et logiquement coordonnés (2).

Ce sagace investigateur a le premier consacré dans son travail de 1855 un paragraphe spécial à l'étude de la question de l'*incubation du choléra*, c'est-à-dire à l'examen du temps qui s'écoule entre l'époque de la contamination et le début des accidents cholériques (HUETTE, *Archives générales de médecine*, 1855, t. VI, p. 577).

Dans de nouvelles recherches qu'il vous a adressées au commencement

---

(1) *Archives générales de Médecine*; Paris, 1855, in-8°; t. VI, p. 571.

(2) Les auteurs qui ont porté leur attention sur les moyens de démontrer la transmissibilité du choléra font, en général, remarquer avec raison que ce n'est pas dans les grands foyers épidémiques que peuvent être trouvées les preuves péremptoires de la contagion. Aussi avant nous ce travail a été cité comme *tout à fait concluant et des plus consciencieux* (J. Worms, 1865, et Rapport sur le prix Bréant de l'année 1867, *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. LXIII, p. 507 et 512). — De 1865 à 1867, plusieurs Mémoires contenant des faits de même nature que ceux que M. Huette avait constatés en 1855, et confirmant en tous points ses premières recherches, ont été publiés par des médecins observant dans divers départements autour de Paris. *Voir* ceux de MM. Roy, Bucquoy, Ferrand, et surtout le remarquable *Rapport de la Conférence sanitaire internationale sur les questions du programme relatives à l'origine, à l'endémicité, à la transmissibilité et à la propagation du choléra*, par M. le Dr Fauvel; Constantinople, mai 1866, in-4°; reproduit en partie dans le *Journal des Débats* de Paris du 10 août 1866 et dans les journaux de médecine de cette époque. On lit dans ce Rapport : « Il est démontré jusqu'à la dernière évidence que le choléra est propagé par l'homme et avec une vitesse d'autant plus grande que les migrations ont été plus actives et plus rapides; au contraire, on ne saurait alléguer aucun fait d'où il résulte que le choléra puisse se propager au loin par l'atmosphère seule, dans quelque condition qu'elle soit, de sorte que jamais une épidémie de choléra ne s'est propagée d'un point à un autre dans un temps plus court que celui qui est nécessaire à l'homme pour s'y transporter. »

de l'année 1867, il est revenu sur cette importante question (1), et avec raison, car, avant lui, les médecins étaient encore moins nettement renseignés sur elle que sur les autres, bien que les faits invoqués en faveur d'une incubation qui aurait duré jusqu'à 20 jours aient été déjà mis en doute en 1866 dans le Rapport de la *Commission sanitaire internationale*, rédigé par M. le docteur Fauvel. Aussi, aux yeux de votre Commission, ce sujet constitue un des côtés les plus neufs des études que nous analysons (2). M. Huette pense, d'après ses observations, avoir mis en évidence que la *période d'incubation* du choléra a une durée variable de *deux à huit jours*.

Il y a, sur ce point, matière à de nouvelles études et à de nouvelles expériences, en raison de ce que les résultats obtenus auront une grande importance toutes les fois qu'il s'agira de déterminer les différences qui peuvent exister entre les cas de *choléra* dit *foudroyant* et ceux qu'annoncent certains symptômes précurseurs. Si la thérapeutique des accidents confirmés est trop souvent impuissante, il est permis d'espérer que ces recherches feront faire des progrès à la prophylaxie des accidents imminents.

---

(1) *Recherches sur l'Importation, la Transmission et la Propagation du Choléra en province par les nourrissons de Paris et sur les moyens propres à empêcher sa transmission;* par le Dr Huette, Médecin des épidémies. Montargis, 1867; in-8° avec cartes.

(2) D'après le Rapport de la *Commission sanitaire internationale* : La question de l'incubation figure au rang des plus importantes, puisque c'est sur sa solution que reposent les mesures sanitaires. La durée de l'incubation est courte et ne paraît pas dépasser quelques jours, ou même quelques heures. Dans les navires partant d'un foyer cholérique, la maladie éclate presque constamment durant les premiers jours de la traversée. Les faits invoqués en faveur d'une incubation prolongée et portée jusqu'à vingt jours sont d'une valeur douteuse, surtout quand on adopte, avec la Commission et avec la plupart des médecins, que la diarrhée dite *prémonitoire* est une atteinte morbide de même ordre que le choléra (*Archives générales de Médecine;* Paris, 1866, in-8°, t. VIII, p. 249). — Dans le dernier écrit important traitant du choléra paru peu avant la publication du second travail de M. Huette nous lisons : « On comprend toute la portée que pourrait avoir, sous le rapport des mesures prophylactiques, la détermination exacte de la durée de l'*incubation*. Par malheur les documents précis font défaut sur ce point.... Il n'est donc pas possible, dans l'état actuel de la science, d'établir d'une manière formelle le *maximum* de la période d'incubation » (L. Desnos, art. CHOLÉRA du *Dictionnaire de Médecine et de Chirurgie pratiques;* Paris, 1867, in-8°; t. VII, p. 390). Le second Mémoire que nous avons analysé est précisément venu combler la lacune signalée par M. Desnos; car dans le premier M. Huette n'était pas encore arrivé à déterminer la limite extrême de la *période d'incubation*. — Ce n'est que depuis la publication en 1855 de ce travail de M. Huette qu'on trouve dans quelques ouvrages de médecine un chapitre spécial consacré à la *période d'incubation du choléra,* dont jusque-là on n'étudiait guère que les *prodromes* (*V.* Briquet et Mignot, 1850; *loc. cit.*, page 126).

Les mesures prophylactiques employées avec avantage en 1854 et dans les autres épidémies par M. Huette, ne diffèrent pas sensiblement de celles qu'ont proposées en 1866 le Comité consultatif d'hygiène de Paris et l'Académie de Médecine de New-York. Elles consistent surtout dans l'emploi méthodique de chlorure du chaux. Sans nous arrêter à cet objet, qui nous mènerait au delà des limites d'un Rapport de ce genre, votre Commission considère les résultats obtenus par M. Huette, dans ses études sur la transmissibilité du choléra, et particulièrement sur la durée de sa période d'incubation, comme assez importants pour mériter que l'Académie récompense dignement l'observateur sagace qui les a fait connaître.

II. Les travaux de M. Huette, datés de 1855 et de 1867, sont les seuls qui concernent la *transmissibilité* du choléra que votre Commission ait jugés devoir être pris en considération cette année.

Le Mémoire sur le choléra (inscrit sous le n° 76) que nous devons actuellement analyser est une étude d'un ordre autre que celui auquel appartiennent les précédentes.

Médecin de l'hôpital Saint-Antoine, chargé en 1865 du service des cholériques pendant toute la durée de l'épidémie, le Dr Mesnet arrive à conclure de ses observations que le choléra compromet avant tout les fonctions de la vie végétative, sans porter atteinte à l'innervation cérébrale dans ses rapports avec les manifestations de l'intelligence (Mesnet, *Archives générales de médecine;* Paris, 1866, in-8°, t. VII, p. 129 et 292).

La première partie de ce Mémoire est consacrée à l'étude des divers aspects symptomatologiques sous lesquels se présente le choléra, d'un individu à l'autre, depuis sa forme la plus atténuée jusqu'à sa manifestation la plus grave, la mort en quelques heures.

Pour grouper plus facilement les faits observés sur les nombreux malades soumis à son examen, l'auteur a divisé ces derniers en cinq classes, d'après le degré de leur maladie au moment de l'entrée à l'hôpital. Il a fait de cette classification la base d'un vaste tableau joint au Mémoire; chaque groupe ayant été nettement défini dans ce tableau, il devient facile de saisir d'un seul coup d'œil, soit l'ensemble des effets de l'épidémie, soit les résultats obtenus sur chaque malade individuellement.

L'un des points les plus dignes d'intérêt, mis en relief par ce tableau, est que l'étude attentive du début de la maladie a fait constater que la diarrhée n'est point un symptôme prémonitoire constant et nécessaire, et que, si celle-ci précède l'invasion du choléra 140 fois sur 213, c'est-à-dire dans les

deux tiers environ des cas, il faut admettre aussi que le nombre des individus atteints d'emblée de cette affection s'élève à un chiffre important. Tenant compte de la constitution épidémiqne, d'une part, et, d'autre part, de l'individu avec ses aptitudes organiques propres, M. Mesnet a vu que les cas les plus graves et les plus rapidement mortels ont été fréquemment ceux qui n'avaient point débuté par la diarrhée.

L'examen des phases du retour à l'état de santé a été pour M. Mesnet l'objet d'une étude clinique, que votre Commission se plaît à vous signaler comme originale dans plusieurs de ses aperçus. Il a montré en particulier que les caractères de celle de ces phases qui est dite *de réaction franche*, peuvent être modifiés, soit par une idiosyncrasie spéciale, soit par des dispositions acquises, qui impriment à sa marche des allures particulières. Il signale à ce propos les singuliers effets qui se produisent chez l'homme surpris par le choléra, dans un état plus ou moins prononcé d'intoxication alcoolique; il fait voir le délire naissant avec la réaction, chez tel ou tel cholérique, qui, affaibli par l'épuisement nerveux, par la diarrhée et la diète, ne trouve plus dans son organisme une somme de résistance suffisante pour soutenir l'influence de l'alcool ingéré. Le *delirium tremens* apparaît alors comme un des accidents de la réaction, au même titre qu'on l'observe dans des conditions analogues à la suite des grandes opérations, ou dans le cours des maladies aiguës des organes thoraciques. Mais, il n'en est plus ainsi durant la cachexie alcoolique qui a profondément débilité l'organisme; car les malades atteints de choléra dans cet état de dégradation profonde, sont comme les phthisiques, les cancéreux, etc., presque incapables d'une réaction suffisante, et meurent pour la plupart dans l'algidité.

Il est enfin une partie de ce travail qui mérite tout particulièrement de vous être signalée, car elle met en relief un fait important de physiologie pathologique. Autant dans les fonctions nerveuses les manifestations intellectuelles conservent leur intégrité pendant la succession des accidents les plus graves de la période algide, autant elles ont de disposition a subir de graves atteintes dans la période de retour à la santé. M. le D[r] Mesnet démontre par des faits cliniques et nécroscopiques que dans la forme méningitique de ces atteintes, l'état anatomique des membranes cérébrales diffère sensiblement de tout ce qu'on observe dans les méningites ordinaires. Il est amené à conclure que les accidents méningitiques du choléra sont à la méningite proprement dite ce que l'état morbide, dit typhoïde, en un grand nombre de cas pathologiques, est à la fièvre typhoïde proprement dite; c'est-

à-dire un état général, n'entraînant pas des lésions assez fixes et assez manifestes pour qu'elles aient pu être déterminées jusqu'à présent.

L'ensemble de ce travail témoigne à chaque pas qu'il est d'un observateur attentif et judicieux; aussi a-t-il eu l'honneur de plusieurs traductions à l'étranger. Comme de plus, et par-dessus tout, les faits de physiologie pathologique observés par son auteur sont utiles à la science et pour le traitement du choléra, votre Commission a pensé que cet ordre d'études méritait d'être encouragé.

En conséquence des faits exposés dans le cours de son Rapport, la Commission propose donc à l'Académie :

1° D'accorder à **M. le Dr Charles Huette**, une récompense de *deux mille cinq cents francs*.

2° D'accorder à **M. le Dr Mesnet**, un encouragement, avec *quinze cents francs*.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

PRIX JECKER.

(Commissaires : MM. Dumas, Regnault, Balard, Fremy, Wurtz, Chevreul rapporteur.)

Rapport sur le Concours de l'année **1867**.

La Section de Chimie décerne, à l'unanimité, le prix Jecker de l'année 1867 à **M. Marcellin Berthelot**, pour ses derniers travaux de Chimie organique sur les carbures d'hydrogène en général, et en particulier sur ses recherches relatives à l'acétylène et aux circonstances variées de sa formation, à ses réactions nombreuses et à ses dérivés; recherches qui jettent une vive lumière sur la Chimie organique.

PRIX BARBIER.

(Commissaires : MM. Nélaton, Brongniart, Andral, Cloquet, Bussy, Ch. Robin rapporteur.)

Rapport sur le Concours de l'année **1867**.

M. Barbier a fondé un prix destiné à récompenser les travaux contenant quelque découverte relative aux sciences médicale, chirurgicale, pharmaceutique et à la botanique ayant rapport à l'art de guérir. Parmi les écrits adressés à l'Académie pour concourir à ce prix, la Commission chargée de

les apprécier a particulièrement distingué l'ouvrage de M. Huguier, intitulé : *De l'Hystéromètre et du Cathétérisme utérin* (1 vol. in-8°, 1866).

Cherchant à surmonter les nombreuses et sérieuses difficultés que présente le diagnostic différentiel des maladies de l'utérus et de ses annexes par les méthodes d'investigation ordinaires, M. Huguier a, en 1843, introduit dans la pratique médico-chirurgicale une nouvelle méthode de diagnostic de ces affections. Il lui a donné le nom de *cathétérisme utérin*. Il a fait construire, pour la mettre en pratique, un instrument auquel il a donné le nom de *sonde utérine* ou *hystéromètre*. A l'aide de ce moyen, on parvient à distinguer les troubles fonctionnels des lésions physiques de l'organe de la gestation, telles que les diverses sortes de déviations, d'abaissement, etc.

On parvient également à établir le diagnostic différentiel entre ces dernières et les altérations organiques dont il est souvent affecté, telles que les corps fibreux, les polypes et les autres espèces de tumeurs pouvant se développer dans l'épaisseur des tissus formant les parois de cet organe. Un des grands avantages de cette nouvelle méthode est de permettre de reconnaître si ces produits morbides intra-utérins sont sessiles ou pédiculés ; or on sait que dans cette dernière circonstance seule les moyens chirurgicaux peuvent être appliqués d'une manière efficace. Dans les conditions opposées, le chirurgien doit au contraire s'abstenir. Dans la dernière partie de son ouvrage, l'auteur passe en revue les diverses affections touchant lesquelles la sonde utérine rend de réels services à la thérapeutique, soit que l'organe de la gestation ait éprouvé des déviations, soit que sa cavité ait été distendue par accumulation de sang, de mucus, etc., à la suite d'oblitération accidentelle de ses orifices.

Nous ne pouvons exposer ici les détails des applications souvent neuves qu'a faites ce chirurgien distingué de cette méthode de diagnostic et de thérapeutique. Nous nous bornerons donc à dire que l'ensemble des résultats qu'il a obtenus à ces divers égards ont paru assez importants à votre Commission pour qu'elle ait jugé qu'il y avait lieu de décerner le prix Barbier à **M. Huguier**.

PRIX GODARD.

(Commissaires : MM. Nélaton, Serres, Longet, Cloquet, Coste rapporteur.)

Rapport sur le Concours de l'année 1867.

Le prix Godard est destiné à récompenser les meilleurs travaux sur *l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires*.

La Commission propose d'accorder ce prix à l'ensemble des recherches de M. le Dr Charles Legros *sur l'anatomie et la physiologie du tissu érectile des organes de la génération des mammifères, des oiseaux et des reptiles.*

En parcourant les écrits des anatomistes et des physiologistes même les plus modernes, tels que J. Muller, Kobelt, M. Rouget, etc., on est frappé de l'incertitude qui régnait encore sur des points fort importants de la texture intime et du mécanisme de l'action de ce tissu.

Deux Mémoires, accompagnés de belles planches dessinées par M. Legros, contiennent l'exposé succinct des faits nouveaux ou encore peu connus mis en lumière par cet anatomiste, grâce à des observations minutieuses, à de nombreuses injections et à une comparaison méthodique des organes érectiles d'une espèce animale à l'autre.

D'une manière générale, il résulte des recherches anatomiques de M. Legros que le tissu érectile est un réseau de capillaires, qui, en partant des plus petites artérioles, offrent une dilatation, soit brusque, soit régulière, au lieu de devenir de plus en plus étroits comme dans les autres tissus. Cette dilatation les amène ainsi à remplir le rôle physique de réservoirs, au lieu de celui de simples tubes endosmo-exosmotiques et vecteurs qu'ils remplissent généralement.

Le tissu érectile est donc essentiellement représenté par un réseau de capillaires dilatés, interposés comme à l'ordinaire entre des branches des artères et des veines de certaines régions. Mais ces capillaires sont plus larges que les artérioles qu'ils continuent, et, par places, plus larges aussi que les veinules qui partent de ce réseau.

De cette dilatation des capillaires provient la disposition aréolaire des tissus érectiles.

Ces aréoles ont une largeur de $\frac{1}{10}$ de millimètre à 1 millimètre et demi, quand elles sont distendues, et elles deviennent étroites, irrégulières dans l'état de non distension et de flaccidité.

C'est dans la profondeur du tissu que s'épanouissent les artérioles qui conduisent le sang aux organes érectiles, tandis que c'est à la surface de ces organes, que naissent les veines qui le ramènent dans le torrent de la circulation.

Les conduits sanguins dilatés, à la réplétion desquels le tissu érectile doit son érection, diffèrent des veines, bien qu'ils aient le volume de beaucoup d'entre elles; ils n'ont en outre que la mince et unique paroi des capillaires les plus fins, et ce n'est qu'à la face profonde, ou au sortir de l'en-

veloppe fibreuse des organes érectiles, que ces vaisseaux prennent la structure des veines.

On ne peut donc confondre les aréoles avec les veines des couches, réseaux ou plexus veineux des autres parties des organes génitaux, qui, ayant encore des artères en hélices, ont été considérées comme érectiles par suite de l'abondance et du volume relatif de leurs veines.

L'épithélium tapissant ces vaisseaux est assez difficile à étudier; on l'avait admis sans en avoir constaté la présence, mais il existe réellement : M. Legros l'a vu et dessiné.

L'auteur a étudié successivement le tissu érectile de la crête des gallinacés dont l'anatomie était mal connue, et celui des organes de l'appareil générateur des oiseaux, des mammifères et de l'homme.

M. Legros a montré la diversité de la structure des trabécules d'une espèce animale à l'autre. L'organe est le même, mais les éléments varient suivant le point observé; on peut dire que les muscles de la vie végétative dont on a tant exagéré l'importance sont assez nombreux dans les corps caverneux, rares dans le bulbe et le tissu spongieux de l'urètre, et qu'ils manquent presque absolument dans le gland, dont les cloisons sont surtout constituées par des fibres élastiques.

Les artères hélicines de Jean Muller n'existent pas dans tous les appareils érectiles; mais M. Legros a constaté leur présence dans ceux qui subissent de grands changements de volume; il a vu et dessiné la terminaison de ces artères dans les aréoles, ainsi que le réseau de nutrition des trabécules; dispositions anatomiques dont on trouve à peine quelques indications très-obscures dans les écrits publiés avant lui.

Ces artères présentent des parois épaisses; leur richesse musculaire peut, dans quelques cas, les faire comparer à des cœurs accessoires.

Au sujet des nerfs, M. Legros a fait une remarque qui nous semble très-importante: c'est que les trabécules et les vaisseaux ne reçoivent que des fibres du grand sympathique, dites *de Remak*.

Il a pu suivre le développement du tissu érectile, et il a vu que les larges aréoles n'étaient primitivement que des capillaires ordinaires anastomosés: cet état embryonnaire est à peine dépassé dans plusieurs organes arrivés à leur complet développement et dans certaines variétés de tumeurs érectiles dont la texture rappelle celles des parties rouges de la tête du coq ou du dindon.

Dans le Mémoire consacré à la physiologie, M. Legros s'appuie sur l'anatomie pour considérer l'érection comme une congestion active qui ne

diffère de l'hyperhémie des autres régions que par l'exagération du volume des réservoirs sanguins. En coupant les nerfs du grand sympathique qui se rendent aux vaisseaux des organes érectiles, il a aboli la fonction de ces organes.

L'application de l'électricité aux nerfs coupés de plusieurs façons amenait la contraction des fibres-cellules, et par suite une certaine rigidité, mais pas d'afflux sanguin suffisant pour produire l'érection; il a mieux réussi en excitant les nerfs par d'autres moyens, tels que la ligature incomplète et l'emploi de l'acide acétique.

Comment agit donc l'excitation physiologique? Nous savons que ce n'est pas en favorisant la contraction des muscles des trabécules, qui manquent du reste en plusieurs points. C'est en déterminant la contraction autonome des artères et en amenant une congestion active des aréoles. M. Legros a cherché à démontrer la réalité de ces contractions autonomes et leur influence sur la circulation, non-seulement pour les tissus érectiles, mais pour tous les organes. Il a répété les observations de M. Claude Bernard sur les changements de pression du sang à la suite de la section ou de l'excitation des nerfs vaso-moteurs; il croit avoir démontré que ces expériences ne contredisent pas son opinion et qu'il faut admettre dans les artères, outre la contraction relativement brusque, une contraction graduelle et successive qui favorise l'afflux du sang et par conséquent augmente la pression.

En tous cas, il est hors de doute que les faits pathologiques et l'action de certains médicaments concourent avec ses expériences à prouver que l'érection est due à une excitation directe ou par action réflexe des centres nerveux. Ajoutons que les muscles des trabécules, le muscle péripénien et les muscles du périnée sont incapables de la déterminer.

Sans entrer dans les détails que comporte l'étude de ce difficile sujet, les faits que nous venons de résumer ont paru assez importants à votre Commission, pour qu'elle vous propose d'accorder le prix à M. Charles Legros.

M. O. Larcher nous a adressé deux Mémoires intitulés : 1° *Des polypes fibreux intra-utérins à apparition intermittente;* Paris, 1867; in-8°; 2° *De la rupture spontanée de l'utérus dans ses rapports avec les polypes fibreux intra-utérins* (manuscrit).

La Commission propose de mentionner honorablement ces deux Mémoires, dans lesquels M. Larcher a démontré, en premier lieu, que : dans un certain nombre de cas, les corps dits *polypes fibreux intra-utérins* s'avancent parfois entre les lèvres du museau de tanche. Ils peuvent ainsi s'engager dans l'orifice, assez largement pour être nettement reconnus, et pour qu'on

songe même à la possibilité d'une opération prochaine. Si après un intervalle de temps, qui peut être très-court, on procède à un nouvel examen, on pourra ne plus retrouver trace du polype sur lequel l'orifice du col se sera refermé.

Ces alternatives d'apparition et de disparition peuvent se répéter plusieurs fois pour un même polype.

M. Larcher a démontré, en second lieu, que : quand un polype contenu dans l'utérus rencontre, pour en sortir, une résistance difficile à vaincre ou invincible, l'utérus entre en contractions pour s'en débarrasser; et, si la lutte se prolonge entre l'obstacle et la force expultrice, il peut arriver que l'utérus se rompe.

Dans les cas où la rupture a eu lieu, elle a jusqu'à présent toujours porté sur un point de l'utérus préalablement rendu plus faible que les autres. Les ruptures spontanées de l'utérus, liées à l'existence de polypes fibreux, ont donc, avec toutes les autres variétés de ruptures spontanées, un caractère commun : c'est la coïncidence, soit d'une distension excessive avec amincissement des parois de l'utérus, soit d'une altération persistante des tissus de l'organe. Cette modification du tissu utérin paraît être la condition prédisposante d'une rupture, dont la cause déterminante serait la lutte entre l'obstacle et la force expultrice.

En résumé, la Commission propose d'accorder le prix Godard, qui est de *mille francs*, à **M. Charles Legros**, et de mentionner honorablement les recherches de **M. O. Larcher**.

Ces propositions sont acceptées.

PRIX DESMAZIÈRES.

(Commissaires : MM. Brongniart, Decaisne, Duchartre, Trécul, Tulasne rapporteur.)

Rapport sur le Concours de l'année 1867.

La Commission nommée par l'Académie pour décerner cette année le prix fondé par feu M. Desmazières, de Lambersart, a eu à choisir entre deux ouvrages communiqués à l'Académie par leurs auteurs.

Sous le n° 1 se trouve inscrite une brochure de 62 pages, imprimée à Lyon, et consacrée par M. le docteur L. Lortet à des « *Recherches sur la fécondation et la germination du* Preissia commutata *N. d'Esenb.*, *pour servir à l'histoire des* Marchantia ». Le travail classique de M. de Mirbel sur le *Mar-*

chantia polymorpha, publié en 1832, et les observations multipliées dont les Hépatiques ont été postérieurement l'objet de la part d'un grand nombre de botanistes, ne devaient guère laisser à M. Lortet que la satisfaction de vérifier des faits déjà connus. Cependant il a su donner à sa monographie un véritable intérêt, en étudiant avec une attention particulière le mode d'action des anthérozoïdes sur la cellule centrale de l'archégone. Non-seulement il s'est assuré que ces spiricules agiles descendent par le col de l'archégone jusqu'à cette cellule centrale et fertile, mais encore il a constaté, affirme-t-il, que la fécondation est réalisée par le contact d'une certaine vésicule que les anthérozoïdes porteraient latéralement à leur extrémité renflée ou postérieure, vésicule qui contiendrait 6 à 8 corpuscules amylacés, et serait susceptible de se tuméfier au moment du phénomène copulatif. En sorte que, suivant M. Lortet, d'accord en cela avec M. Ern. Roze (1), le fil spiral de l'anthérozoïde ne serait que le véhicule de l'utricule réellement fécondateur. Ce dernier aurait été pris sans doute par les précédents observateurs pour un débris de la vésicule génératrice de l'anthérozoïde.

Voulant répéter dans le règne végétal l'expérience célèbre de MM. Prévost et Dumas, M. Lortet a filtré le lequide spermatique du *Preissia commutata* (*Marchantia hemisphærica* L.) et constaté que le suc épais qui a traversé le filtre est impropre à procurer la fécondation, tandis que les matières retenues sur le filtre et qui fourmillent d'anthérozoïdes, rendent invariablement fertiles tous les archégones qui en sont artificiellement lubrifiés. Ce résultat, pour être identique à celui qu'on obtient avec le sperme animal, n'en est pas moins difficile à accorder avec l'opinion que l'élément fécondateur du *Preissia* serait renfermé dans une vésicule fragile, car s'il est seulement finement granuleux, comment concevoir que le filtre serait absolument imperméable pour lui?

D'ailleurs M. Lortet a mis hors de doute la qualité fécondatrice du contenu des anthéridies en pratiquant sur des frondes cultivées une exacte ablation des disques mâles, avant leur complet développement. Toutes les fois que ce retranchement avait lieu, les fleurs femelles demeuraient stériles; mais il était facile de les rendre fécondes en promenant sur les orifices des archégones un pinceau chargé de spermatozoïdes.

M. Lortet a cru reconnaître que les cils des anthérozoïdes sont terminés, comme les antennes de plusieurs insectes, par un petit renflement, circon-

---

(1) *Voir* le *Bulletin de la Société botanique de France*, pour les années 1864 et 1865.

stance qui est restée inobservée jusqu'ici, tant chez les spermatozoïdes que chez les zoospores.

On ne saurait approuver M. Lortet de donner le nom de *tête* à l'extrémité renflée des anthérozoïdes, ce qui ferait supposer qu'ils marchent à reculons, car il est notoire que leur extrémité fine et ciliée est celle qui détermine et dirige leurs mouvements (1). D'ailleurs toutes les observations sont d'accord pour désigner cette même extrémité atténuée comme la partie antérieure du spermatozoïde ; le bout opposé et plus épais, lors même qu'il affecte une apparence capitée, n'est jamais pris que pour la partie postérieure. (*Voir* SCHACHT, *Die spermatozoiden im pflanzenreich* [1864], p. 54, fig. 93.)

M. Lortet termine son Mémoire par l'examen de l'influence que certains agents physiques ou chimiques exercent sur les spermatozoïdes. Il a vu ceux des *Marchantia*, aussi bien que les spermaties du *Valsa nivea*, manifestement attirés par la lumière, tandis que les animalcules spermatiques des animaux demeurent insensibles à cet agent. Tous ces corpuscules supportent sans altération sensible une température voisine de 50 degrés.

Un ouvrage beaucoup plus considérable que le précédent a été reçu au Secrétariat de l'Académie vers le même temps, et il a été inscrit sous le n° 2. C'est un livre in-8° de 328 pages, écrit en langue allemande et qui a pour titre : *Morphologie und Physiologie der Pilze, Flechten und Myxomyceten.* L'auteur, M. Antoine de Bary, actuellement professeur de botanique à l'Université de Halle (ci-devant à l'Université de Fribourg en Brisgau), s'est proposé, ainsi qu'il le dit lui-même, de faire connaître l'état présent de la science en ce qui touche l'histoire morphologique et physiologique des Champignons, des Myxomycètes et des Lichens. Pour atteindre ce but, il a mis à contribution une littérature très-riche, mais éparse, et il a, par ses propres recherches et observations, constaté ou complété les données déjà acquises. L'exposition des notions morphologiques générales, surtout dans le groupe si varié et si inégalement connu des Champignons, présentait cette difficulté qu'il fallait que l'auteur évitât à la fois des descriptions détaillées qui sont du domaine spécial de la Botanique systématique et un récit trop abstrait que ses lecteurs eussent eu peine à comprendre. M. de Bary, si nous ne nous trompons, est, dans la plupart des cas, très-heureusement parvenu à passer entre ces deux écueils.

L'importance relative des trois groupes de plantes cryptogames dont

---

(1) *Voir* THURET, *Annales des sciences naturelles*, 3e série, t. XVI.

traite M. de Bary se traduit par la place qu'il accorde à chacun d'eux. L'histoire des Champignons remplit plus des trois quarts de son livre; les Lichens et les Myxomycètes se partagent les pages qui restent dans le rapport de 7 à 2.

M. de Bary ne tient pour des Champignons véritables que les Thallophytes privés de chlorophylle, qui vivent de matières organisées et dont le thalle consiste en filaments déliés, ordinairement très-simples et libres d'adhérence entre eux. Ces caractères excluent des Champignons proprement dits les Myxomycètes, les Chytridiés et les Schizomycètes de M. Nægeli.

Au début de son livre, M. de Bary annonce comment il conçoit que les vrais Champignons puissent être actuellement distribués ; il les partage en quatre groupes naturels principaux : *Phycomycetes*, *Hypodermii*, *Basidiomycetes* et *Ascomycetes*. Cette classification est en même temps une déclaration de doctrine, car M. de Bary ne répudie les Hyphomycètes et les Gymnomycètes de M. Fries, que parce qu'il admet le polymorphisme normal de l'appareil reproducteur d'une foule d'espèces fongines. Les Hyphomycètes, dit-il, ne sauraient constituer un groupe naturel ; ce sont plutôt des plantes analogues entre elles par le port et la structure de leurs organes de végétation et qui se conviennent à peu près, comme parmi les plantes phanérogames, un arbre ou un arbrisseau, en tant que végétal frutescent, convient à un autre arbre ou à un autre arbrisseau. Les Hyphomycètes doivent être répartis non-seulement parmi les Phycomycètes, mais encore, et avec autant de raison, parmi les Basidiomycètes et les Ascomycètes dont ils représentent des formes incomplètes ou même de simples organes. On peut porter à peu près le même jugement des Gymnomycètes, aussi bien que de plusieurs sous-ordres de Pyrénomycètes, tels que les Sphéropsidés, les Cytisporés et autres semblables qu'il faut désormais rayer de nos catalogues, si l'on ne veut pas contredire au plan de la création mycologique.

La littérature mycologique est surtout riche en ouvrages purement descriptifs, en flores, monographies et systèmes généraux ; l'histoire anatomique et physiologique des *Fungi* n'occupe dans ces divers ouvrages qu'une place restreinte et secondaire. Des Traités d'une science plus générale et conséquemment plus abstraite ont sans doute été tentés, mais jusqu'ici la mycologie n'avait point été présentée dans son ensemble sous une forme ni aussi didactique, ni aussi complète. Le sujet était d'ailleurs assez riche pour fournir la matière d'un volume, et quiconque étudiera celui que nous avons sous les yeux s'étonnera peu que M. de Bary ait fait un livre de

ce qui remplit à peine un chapitre dans la plupart des Traités généraux de Botanique.

Le savant professeur de Halle divise son sujet en quatre parties principales qui ont chacune, mais à des degrés inégaux, un intérêt à la fois morphologique et physiologique.

La première partie traite d'abord du thalle ou *mycelium*, qui représente l'ensemble des organes de la végétation, puis du fruit ou de l'inflorescence des Champignons, de ce que Trattinick appelait *encarpium*. Le livre dont nous parlons commence donc à la manière des Traités ordinaires de Botanique, par des détails histologiques; l'importance de ceux-ci est d'autant moins contestable ici que la structure des Champignons, même les plus complexes, ne consiste ordinairement qu'en un plexus filamenteux. Quant à l'appareil fertile, il est nu ou revêtu d'enveloppes variées.

La deuxième partie du même volume traite spécialement des organes reproducteurs des Champignons. Les découvertes récentes auxquelles l'auteur a pris la plus grande part, lui permettent de parler à la fois d'une multiplication qui ne reconnaît aucune distinction sexuelle, et d'une reproduction ainsi qualifiée, ce semble, avec de justes motifs. On ne peut se dissimuler qu'il règne encore plus ou moins d'incertitude sur divers points de cette partie de la science mycologique, mais beaucoup de faits sûrement connus ont leur explication la plus naturelle dans l'hypothèse que certains Champignons sont doués de sexes. Jusqu'ici cette sexualité est mieux démontrée pour les Champignons angiocarpes que pour les *Fungi gymnocarpi*.

Les questions plus spécialement physiologiques qui doivent trouver place dans le livre de M. de Bary sont traitées dans ses deux derniers chapitres. L'auteur examine d'abord dans chacun des groupes qui en offrent le plus d'exemples, ce qu'il appelle la *pléomorphie* des Champignons, c'est-à-dire la faculté accordée à une multitude d'espèces de se reproduire chacune par plusieurs sortes de semences, d'origine et de structure différentes. De cette faculté découle aussi ce qu'on a appelé une *génération alternante*, et M. de Bary, par d'heureuses expériences, a montré que, sous ce rapport, les Champignons offrent effectivement d'étonnantes analogies avec certains animaux d'un ordre inférieur. Tout ce qui concerne d'ailleurs la germination des Champignons, leur mode ordinaire de nutrition, le parasitisme d'un grand nombre d'entre eux aux dépens des végétaux et même des animaux, les propriétés lumineuses de quelques-uns et autres phénomènes intéressants de leur histoire, est successivement passé en revue, et

donne au lecteur la conviction qu'il a entre les mains un livre aussi complet que l'état présent de nos connaissances permettait de l'écrire.

En ce qui touche les Lichens, M. de Bary avait pour les décrire moins à puiser dans ses observations personnelles, et ces végétaux offrant d'ailleurs à certains égards beaucoup d'analogie avec les Champignons, il a pu sans inconvénient traiter avec brièveté plusieurs points de leur histoire. Les travaux récents de M. Schwendener lui ont surtout permis d'exposer avec beaucoup de développement la structure complexe du thalle dans divers types des Lichens fruticuleux et foliacés.

M. de Bary a consacré le dernier chapitre de son livre à l'examen de la structure et du développement des Myxomycètes, c'est-à-dire de ces Champignons ambigus dont l'histoire a été par lui enrichie de tant de faits inattendus. Le caractère le plus apparent de ces singuliers êtres, c'est, comme leur nom l'indique, leur nature mucilagineuse et longtemps plus ou moins amorphe. Une observation attentive découvre que leur masse, en même temps qu'elle s'accroît rapidement, est agitée de mouvements de contractilité et de progression qui modifient incessamment sa forme, jusqu'au moment où la plante, ayant construit ses fruits et ses graines, devient immobile et meurt en se desséchant. L'utricule globuleux ou la cellule végétale, sous sa forme la plus commune, ne se rencontre guère chez les Myxomycètes que dans leurs spores et dans leur *mycelium* quand il est à l'état de repos, épaissi, contracté et durci à la manière des *Sclerotium* ordinaires. Le mode de germination des spores est étrange; l'endochrome plastique brise, en se gonflant, l'enveloppe de la spore et s'en dépouille entièrement, puis il rampe à la manière des Amibes, s'aidant d'un cil apicilaire et changeant de forme à chaque instant. Ces germes grossissent sans prendre de forme plus précise, ni revêtir d'enveloppe membraneuse ou concrète; ce sont des masses plastiques susceptibles de se fractionner, comme aussi de se souder entre elles, et il ne paraît pas douteux que cette association initiale des germes ne soit dans les mœurs normales de la plupart des Myxomycètes. Ces agrégations ou soudures donnent naissance au *plasmodium* qui représente le *mycelium* des Myxomycètes. De même que le *mycelium* et le tissu des Champignons ordinaires peut en croissant revêtir et paraître s'incorporer des corps étrangers solides, en est-il aussi du *plasmodium;* toutefois, M. de Bary a cru reconnaître que celui-ci n'agissait peut-être pas d'une façon purement mécanique et aveugle; qu'il s'appropriait réellement et avec choix, pour s'en nourrir, les corps envahis ou ingérés, qu'il en rejetait au moins les plus volumineux avant de fructifier; que le *plasmodium*

du *Didymium Libertianum* refusait de s'incorporer les particules de carmin qui étaient au contraire avidement absorbées et dissoutes par le *Didymium Serpula*, etc. Ces faits étaient au nombre de ceux qui avaient déterminé M. de Bary à attribuer aux Myxomycètes un caractère particulier d'animalité; mais ils lui paraissent sans doute aujourd'hui susceptibles d'une interprétation moins décisive, car il ne s'excuse point de faire l'histoire des Myxomycètes dans un Traité de Botanique.

Telle est la matière du livre de M. de Bary; une plus longue analyse de cet important ouvrage fatiguerait l'Académie. La Commission nommée pour juger cette année le Concours du prix Desmazières n'hésite pas à décerner ce prix à l'ouvrage de **M. Antoine de Bary**.

Elle croit en outre devoir accorder une mention très-honorable au Mémoire de **M. L. Lortet**, sur le *Preissia commutata*.

PRIX SAVIGNY.

(Commissaires : MM. de Quatrefages, Blanchard, Coste, Ch. Robin, Milne Edwards rapporteur.)

La Commission déclare qu'il n'y a pas lieu de décerner ce prix pour l'année 1867.

PRIX THORE.

(Commissaires : MM. Blanchard, Decaisne, Tulasne, Trécul, Milne Edwards rapporteur.)

La Commission, désirant répéter les observations contenues dans l'un des Mémoires présentés au Concours et ne pouvant le faire pendant la saison froide, ajourne sa décision.

PRIX PROPOSÉS

Pour les années 1868, 1869, 1870, 1871 *et* 1873.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

PRIX A DÉCERNER EN 1868.

PRIX D'ASTRONOMIE,

FONDATION LALANDE.

La médaille fondée par M. de Lalande, pour être accordée annuellement à la personne qui, en France ou ailleurs (les Membres de l'Institut exceptés), aura fait l'observation la plus intéressante, le Mémoire ou le travail le plus utile au progrès de l'Astronomie, sera décernée dans la prochaine séance publique de 1868.

Ce prix consistera en une médaille d'or de la valeur de *cinq cent quarante-deux francs.*

Le terme de ce Concours est fixé au 1er juin de chaque année.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS

SUR L'APPLICATION DE LA VAPEUR A LA MARINE MILITAIRE.

QUESTION PROPOSÉE POUR 1857, REMISE A 1859, PROROGÉE A 1862, PUIS A 1864, A 1866 ET ENFIN A 1868.

Ce prix n'ayant pas été décerné en 1866, le Concours a été prorogé jusqu'à l'année 1868.

Les Mémoires, plans et devis devront être adressés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin.

PRIX DE MÉCANIQUE,

FONDÉ PAR M. DE MONTYON.

M. de Montyon a offert une rente sur l'État, pour la fondation d'un prix annuel en faveur de celui qui, au jugement de l'Académie des Sciences, s'en sera rendu le plus digne en inventant ou en perfectionnant des instruments utiles au progrès de l'agriculture, des arts mécaniques ou des sciences.

Le prix consistera en une médaille d'or de la valeur de *quatre cent vingt-sept francs.*

Le terme du Concours est fixé au 1er juin de chaque année.

PRIX DE STATISTIQUE,

FONDÉ PAR M. DE MONTYON.

Parmi les ouvrages qui auront pour objet une ou plusieurs questions relatives à la *Statistique de la France*, celui qui, au jugement de l'Académie, contiendra les recherches les plus utiles sera couronné dans la prochaine séance publique de 1868. On considère comme admis à ce Concours les Mémoires envoyés en manuscrit, et ceux qui, ayant été imprimés et publiés, arrivent à la connaissance de l'Académie; sont seuls exceptés les ouvrages des Membres résidants.

Le prix consistera en une médaille d'or de la valeur de *quatre cent cinquante-trois francs.*

Le terme du Concours est fixé au 1er juin de chaque année.

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Une Ordonnance royale a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par Madame la Marquise de Laplace, d'une rente pour la fondation à perpétuité d'un prix consistant dans la collection complète des Ouvrages de Laplace.

Ce prix sera décerné, chaque année, au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

PRIX A DÉCERNER EN 1869.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Commissaires : MM. Chasles, Liouville, Bertrand, Ossian Bonnet, Serret rapporteur.)

On ne connaît que quatre intégrales des équations différentielles du mouvement de trois ou d'un plus grand nombre de corps soumis à leurs attractions mutuelles; ces intégrales sont données immédiatement par le principe des *forces vives* et par celui des *aires*.

Aucune autre intégrale n'a pu être obtenue jusqu'à présent, mais Jacobi a introduit dans la science, il y a déjà plusieurs années, un théorème nouveau, d'après lequel le nombre des intégrations à exécuter peut être regardé comme diminué d'une unité.

L'Académie juge qu'il y a lieu de faire un nouvel appel aux efforts des géomètres et de provoquer, dans la même voie, des perfectionnements auxquels l'astronomie peut avoir à emprunter d'utiles secours. En conséquence, elle propose comme sujet du grand prix des Sciences mathématiques, à décerner en 1868, la question suivante :

« *Perfectionner en quelque point essentiel la théorie du mouvement de trois*
» *corps qui s'attirent mutuellement, suivant la loi de la nature, soit en ajoutant*
» *quelque intégrale nouvelle à celles déjà connues, soit en réduisant d'une ma-*
» *nière quelconque les difficultés que présente la solution complète du problème.* »

L'Académie, prenant en considération l'importance de la question, a décidé que le Concours serait, pour cette fois, prolongé d'une année. En conséquence, les Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1869, et le prix sera décerné dans la séance publique de la même année.

GRAND PRIX DE MATHÉMATIQUES.

QUESTION PROPOSÉE EN 1864 POUR 1866, REMISE AU CONCOURS, APRÈS MODIFICATION, POUR 1869.

(Commissaires : MM. Liouville, Mathieu, Laugier, Faye, Delaunay rapporteur.)

L'Académie propose pour 1869 la question suivante :

« *Discuter complétement les anciennes observations d'éclipses qui nous ont été*
» *transmises par l'histoire, en vue d'en déduire la valeur de l'accélération sécu-*
» *laire du moyen mouvement de la Lune, sans se préoccuper d'aucune valeur*
» *théorique de cette accélération séculaire; montrer clairement à quelles con-*
» *séquences ces éclipses peuvent conduire relativement à l'accélération dont il*
» *s'agit, soit en lui assignant forcément une valeur précise, soit au contraire en*
» *la laissant indéterminée entre certaines limites.* »

Le prix consistera en une médaille d'or de la valeur de *trois mille francs*.

Les Mémoires devront être remis au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1869. *Ce terme est de rigueur.*

Le nom de chaque auteur sera contenu dans un billet cacheté qui ne sera ouvert que si la pièce est couronnée.

PRIX TRÉMONT.

Feu M. le Baron de Trémont, par son testament en date du 5 mai 1847, a légué à l'Académie des Sciences une somme annuelle de *onze cents francs* pour aider dans ses travaux tout savant, ingénieur, artiste ou mécanicien, auquel une assistance sera nécessaire « pour atteindre un but utile et glorieux pour la France. »

Un Décret en date du 8 septembre 1856 a autorisé l'Académie à accepter cette fondation.

En conséquence, l'Académie annonce que, dans sa séance publique de 1869 (1), elle accordera la somme provenant du legs Trémont, à titre d'encouragement, à tout « savant, ingénieur, artiste ou mécanicien » qui, se trouvant dans les conditions indiquées, aura présenté, dans le courant de l'année, une découverte ou un perfectionnement paraissant répondre le mieux aux intentions du fondateur.

---

(1) Le prix décerné pour la dernière fois en 1866 l'avait été avec jouissance pour trois années.

PRIX DAMOISEAU.

QUESTION PROPOSÉE EN 1866 POUR 1869.

(Commissaires : MM. Laugier, Faye, Liouville, Delaunay, Mathieu rapporteur.)

Un Décret impérial a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par Madame la Baronne de Damoiseau, d'une somme de *vingt mille francs*, « dont le revenu est destiné à former le montant d'un » prix annuel qui recevra la dénomination de *prix Damoiseau*.

» Ce prix, quand l'Académie le jugera utile au progrès de la science, » pourra être converti en prix triennal sur une question proposée. »

Conformément à ces dispositions, la Commission propose à l'Académie de mettre au Concours pour l'année 1869 la question suivante :

» *Revoir la théorie des satellites de Jupiter; discuter les observations et en dé-* » *duire les constantes qu'elle renferme, et particulièrement celle qui fournit une* » *détermination directe de la vitesse de la lumière; enfin, construire des Tables* » *particulières pour chaque satellite.* »

Le Bureau des Longitudes a publié successivement des Tables des satellites de Jupiter qui avaient été faites par deux de ses Membres, Delambre et Damoiseau. Les Tables de Delambre allaient jusqu'en 1839; elles ont été remplacées par celles de Damoiseau, qui ont paru en 1836 et qui s'arrêtent en 1880.

Les besoins de l'Astronomie et la publication des Éphémérides qui doivent paraître plusieurs années d'avance exigent donc que l'on refasse actuellement de nouvelles Tables des satellites, qui devront commencer avant 1880 et s'étendre suffisamment pour satisfaire à toutes les exigences de la science pendant un assez grand nombre d'années.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

Le prix consistera en une médaille d'or de la valeur de trois annuités ou de *deux mille trois cent dix francs*.

Les ouvrages devront être parvenus, *francs de port*, au Secrétariat de l'Institut, avant le 1er avril 1869.

PRIX A DÉCERNER EN 1870.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

QUESTION PROPOSÉE POUR 1853, REMPLACÉE PAR UNE AUTRE POUR 1861, REMISE A 1863, PUIS A 1865 ET ENFIN A 1867; NOUVELLE QUESTION PROPOSÉE POUR 1870.

La question mise au Concours pour 1867 n'ayant été le sujet que d'un seul Mémoire qui n'a pas été jugé digne du prix, la Commission a proposé de retirer cette question du Concours et de la remplacer par la suivante :

« *Rechercher expérimentalement les modifications qu'éprouve la lumière dans son mode de propagation et ses propriétés, par suite du mouvement de la source lumineuse et du mouvement de l'observateur.* »

L'Académie a adopté la proposition de la Commission.

Le prix consiste en une médaille d'or de la valeur de *trois mille francs*.

Les Mémoires devront être remis au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1870.

PRIX DU LEGS DALMONT.

Par son testament en date du 5 novembre 1863, feu M. Dalmont a mis à la charge de ses légataires universels de payer, tous les trois ans, à l'Académie des Sciences, une somme de *trois mille francs*, pour être remise à celui de MM. les Ingénieurs des Ponts et Chaussées en activité de service qui lui aura présenté, à son choix, le meilleur travail ressortissant à l'une des Sections de cette Académie.

Ce prix triennal de *trois mille francs* sera décerné pendant la période de trente années, afin d'épuiser les *trente mille francs* légués à l'Académie et d'exciter MM. les Ingénieurs à suivre l'exemple de leurs savants devanciers, Fresnel, Navier, Coriolis, Cauchy, de Prony et Girard, et comme eux obtenir le fauteuil académique.

Un Décret impérial en date du 6 mai 1865 a autorisé l'Académie à accepter ce legs.

En conséquence, l'Académie annonce qu'elle décernera pour la seconde fois le prix fondé par feu M. Dalmont, dans sa séance publique de 1870.

PRIX A DÉCERNER EN 1871.

GRAND PRIX DE MATHÉMATIQUES.

QUESTION SUBSTITUÉE A CELLE PROPOSÉE POUR 1867.

(Commissaires : MM. Serret, Liouville, Chasles, Hermite, Ossian Bonnet rapporteur.)

La question proposée pour 1867 était énoncée en ces termes :

« *Apporter un progrès notable dans la théorie des surfaces algébriques.* »

Un seul Mémoire avait été envoyé au Concours, et la Commission a jugé qu'il n'y avait pas lieu à décerner le prix. Sur sa proposition, l'Académie a retiré la question du Concours et l'a remplacée par la suivante :

« *Faire l'étude des équations relatives à la détermination des modules sin-* » *guliers, pour lesquels la formule de transformation dans la théorie des fonctions* » *elliptiques conduit à la multiplication complexe.* »

Le prix, qui consistera en une médaille d'or de *trois mille francs*, sera décerné dans la séance publique de l'année 1871. Les pièces de Concours devront être déposées au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de la même année.

SCIENCES PHYSIQUES.

PRIX A DÉCERNER EN 1868.

PRIX DE PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE,

FONDÉ PAR M. DE MONTYON.

Feu M. de Montyon ayant offert une somme à l'Académie des Sciences, avec l'intention que le revenu en fût affecté à un prix de Physiologie expérimentale à décerner chaque année, et le Gouvernement ayant autorisé cette fondation par une Ordonnance en date du 22 juillet 1818,

L'Académie annonce qu'elle adjugera une médaille d'or de la valeur de *sept cent soixante-quatre francs* à l'ouvrage, imprimé ou manuscrit, qui lui paraîtra avoir le plus contribué aux progrès de la Physiologie expérimentale.

Le prix sera décerné dans la prochaine séance publique.

Les ouvrages ou Mémoires présentés par les auteurs doivent être envoyés, *francs de port*, au Secrétariat de l'Institut, avant le 1er juin de chaque année, *terme de rigueur*.

PRIX DE MÉDECINE ET CHIRURGIE ET PRIX DIT DES ARTS INSALUBRES,

FONDÉ PAR M. DE MONTYON.

Conformément au testament de feu M. Auget de Montyon, et aux Ordonnances du 29 juillet 1821, du 2 juin 1825 et du 23 août 1829, il sera décerné un ou plusieurs prix aux auteurs des ouvrages ou des découvertes qui seront jugées les plus utiles à l'*art de guérir*, et à ceux qui auront trouvé les *moyens de rendre un art ou un métier moins insalubre*.

L'Académie a jugé nécessaire de faire remarquer que les prix dont il s'agit ont expressément pour objet des découvertes et inventions propres à

perfectionner la médecine ou la chirurgie, ou qui diminueraient les dangers des diverses professions ou arts mécaniques.

Les pièces admises au Concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée*.

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée : dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du Concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

Les sommes qui seront mises à la disposition des auteurs des découvertes ou des ouvrages couronnés ne peuvent être indiquées d'avance avec précision, parce que le nombre des prix n'est pas déterminé; mais la libéralité du fondateur a donné à l'Académie les moyens d'élever ces prix à une valeur considérable, en sorte que les auteurs soient dédommagés des expériences ou recherches dispendieuses qu'ils auraient entreprises, et reçoivent des récompenses proportionnées aux services qu'ils auraient rendus, soit en prévenant ou diminuant beaucoup l'insalubrité de certaines professions, soit en perfectionnant les sciences médicales.

Conformément à l'Ordonnance du 23 août, outre les prix annoncés cidessus, il sera aussi décerné des prix aux meilleurs résultats des recherches entreprises sur les questions proposées par l'Académie, conséquemment aux vues du fondateur.

Les ouvrages ou Mémoires présentés par les auteurs doivent être envoyés, *francs de port*, au Secrétariat de l'Institut, avant le 1er juin de chaque année, *terme de rigueur*.

PRIX BRÉANT.

Par son testament en date du 28 août 1849, feu M. Bréant a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cent mille francs* pour la fondation d'un prix à décerner « à celui qui aura trouvé le moyen de guérir du choléra asiatique ou qui aura découvert les causes de ce terrible fléau (1). »

---

(1) Il paraît convenable de reproduire ici les propres termes du fondateur : « Dans l'état » actuel de la science, je pense qu'il y a encore beaucoup de choses à trouver dans la com- » position de l'air et dans les fluides qu'il contient : en effet, rien n'a encore été découvert » au sujet de l'action qu'exercent sur l'économie animale les fluides électriques, magnétiques » ou autres; rien n'a été découvert également sur les animalcules qui sont répandus en

Prévoyant que ce prix de *cent mille francs* ne sera pas décerné tout de suite, le fondateur a voulu, jusqu'à ce que ce prix soit gagné, que l'intérêt du capital fût donné à la personne qui aura fait avancer la science sur la question du choléra ou de toute autre maladie épidémique, ou enfin que ce prix pût être gagné par celui qui indiquera le moyen de guérir radicalement les dartres ou ce qui les occasionne.

Les concurrents devront satisfaire aux conditions suivantes :

1° Pour remporter le prix de *cent mille francs*, il faudra :

« *Trouver une médication qui guérisse le choléra asiatique dans l'immense* » *majorité des cas;* »

Ou

« *Indiquer d'une manière incontestable les causes du choléra asiatique, de* » *façon qu'en amenant la suppression de ces causes on fasse cesser l'épi-* » *démie ;* »

Ou enfin

« *Découvrir une prophylaxie certaine, et aussi évidente que l'est, par exemple,* » *celle de la vaccine pour la variole.* »

2° Pour obtenir le prix annuel, il faudra, par des procédés rigoureux, avoir démontré dans l'atmosphère l'existence de matières pouvant jouer un rôle dans la production ou la propagation des maladies épidémiques.

Dans le cas où les conditions précédentes n'auraient pas été remplies, le prix annuel pourra, aux termes du testament, être accordé à celui qui

---

» nombre infini dans l'atmosphère, et qui sont peut-être la cause ou une des causes de cette » cruelle maladie.

» Je n'ai pas connaissance d'appareils aptes, ainsi que cela a lieu pour les liquides, à » reconnaître l'existence dans l'air d'animalcules aussi petits que ceux que l'on aperçoit dans » l'eau en se servant des instruments microscopiques que la science met à la disposition de » ceux qui se livrent à cette étude.

» Comme il est probable que le prix de *cent mille francs*, institué, comme je l'ai expliqué » plus haut, ne sera pas décerné de suite, je veux, jusqu'à ce que ce prix soit gagné, » que l'intérêt dudit capital soit donné par l'Institut à la personne qui aura fait avancer la » science sur la question du choléra ou de toute autre maladie épidémique, soit en donnant » de meilleures analyses de l'air, en y démontrant un élément morbide, soit en trouvant un » procédé propre à connaître et à étudier les animalcules qui jusqu'à présent ont échappé » à l'œil du savant, et qui pourraient bien être la cause ou une des causes de la maladie. »

aura trouvé le moyen de guérir radicalement les dartres, ou qui aura éclairé leur étiologie.

Les Mémoires, imprimés ou manuscrits, devront être parvenus, *francs de port*, au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1868 : *ce terme est de rigueur*.

PRIX JECKER.

Par un testament, en date du 13 mars 1851, feu M. le Dr Jecker a fait à l'Académie un legs destiné à *accélérer les progrès de la Chimie organique*.

En conséquence, l'Académie annonce qu'elle décernera, dans sa séance publique de 1868, un ou plusieurs prix aux travaux qu'elle jugera les plus propres à hâter le progrès de cette branche de Chimie.

PRIX BARBIER.

Feu M. Barbier, ancien Chirurgien en chef de l'hôpital du Val-de-Grâce, a légué à l'Académie des Sciences une rente de *deux mille francs*, destinée à la fondation d'un prix annuel « pour celui qui fera une découverte pré-
» cieuse dans les sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique, et dans
» la botanique ayant rapport à l'art de guérir. »

Les Mémoires devront être remis, *francs de port*, au Secrétariat de l'Institut, avant le 1er juin 1868 : *ce terme est de rigueur*.

PRIX GODARD.

Par un testament, en date du 4 septembre 1862, feu M. le Dr Godard a légué à l'Académie des Sciences « le capital d'une rente de *mille francs*,
» trois pour cent, pour fonder un prix qui, chaque année, sera donné au
» meilleur Mémoire sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des
» organes génito-urinaires. Aucun sujet de prix ne sera proposé.

» Dans le cas ou une année le prix ne serait pas donné, il serait ajouté
» au prix de l'année suivante. »

En conséquence, l'Académie annonce que ce prix sera décerné, dans sa séance publique de 1868, au travail qui remplira les conditions prescrites par le donateur.

Les Mémoires devront être parvenus, *francs de port*, au Secrétariat de l'Institut, avant le 1er juin 1868, *terme de rigueur*.

PRIX SAVIGNY,

FONDÉ PAR Mlle LETELLIER.

Un Décret impérial, en date du 20 avril 1864, a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation qui lui a été faite par Mlle Letellier, au nom de Savigny, d'une somme de *vingt mille francs* pour la fondation d'un prix en faveur des jeunes zoologistes voyageurs.

« Voulant, dit la testatrice, perpétuer, autant qu'il est en mon pouvoir » de le faire, le souvenir d'un martyr de la science et de l'honneur, je » lègue à l'Institut de France, Académie des Sciences, Section de Zoologie, » *vingt mille francs* au nom de Marie-Jules-César Le Lorgne de Savigny, » ancien Membre de l'Institut d'Égypte et de l'Institut de France, pour » l'intérêt de cette somme de *vingt mille francs* être employé à aider les » jeunes zoologistes voyageurs qui ne recevront pas de subvention du » Gouvernement et qui s'occuperont plus spécialement des animaux sans » vertèbres de l'Égypte et de la Syrie. »

PRIX DESMAZIÈRES.

Par son testament olographe, en date du 14 avril 1855, M. Baptiste-Henri-Joseph Desmazières, demeurant à Lambersart, près Lille, a légué à l'Académie des Sciences un capital de *trente-cinq mille francs*, devant être converti en rentes 3 pour 100, et à servir à fonder un prix annuel pour être décerné « à l'auteur, français ou étranger, du meilleur ou du plus utile écrit, publié dans le courant de l'année précédente, sur tout ou partie de la Cryptogamie. »

Conformément aux stipulations ci-dessus, un prix de *seize cents francs* sera décerné, dans la séance publique de l'année 1868, à l'ouvrage ou au Mémoire jugé le meilleur parmi ceux publiés dans le courant de 1867 et adressés à l'Académie avant le 1er juin 1868.

PRIX THORE.

Par son testament olographe, en date du 3 juin 1863, M. François-Franklin Thore, demeurant à Dax, a légué à l'Académie des Sciences une inscription de rente 3 pour 100 de *deux cents francs*, pour fonder un prix annuel à décerner « à l'auteur du meilleur Mémoire sur les Cryptogames cellulaires d'Europe (Algues fluviatiles ou marines, Mousses, Lichens ou Champignons), ou sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe. »

Ce prix, attribué alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'un Insecte, sera décerné, en 1868, au meilleur travail, manuscrit ou imprimé, parmi ceux qui auront été adressés à l'Académie avant le 1er juin 1868, sur un sujet relatif aux Insectes.

PRIX A DÉCERNER EN 1869.

PRIX DE MÉDECINE ET DE CHIRURGIE POUR L'ANNÉE 1869.

QUESTION PROPOSÉE EN 1860 POUR 1866, ET REMISE A 1869.

L'Académie propose comme sujet d'un prix de Médecine et de Chirurgie à décerner en 1869 la question suivante : *De l'application de l'électricité à la thérapeutique*.

Les concurrents devront :

1° Indiquer les appareils électriques employés, décrire leur mode d'application et leurs effets physiologiques;

2° Rassembler et discuter les faits publiés sur l'application de l'électricité au traitement des maladies, et en particulier au traitement des affections des systèmes nerveux, musculaire, vasculaire et lymphatique; vérifier et compléter par de nouvelles études les résultats de ces observations, et déterminer les cas dans lesquels il convient de recourir, soit à l'action des courants intermittents, soit à l'action des courants continus.

Le prix sera de la somme de *cinq mille francs*.

Les ouvrages seront écrits en français et devront être parvenus au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1869.

PRIX CUVIER.

La Commission des souscripteurs pour la statue de Georges Cuvier ayant offert à l'Académie une somme résultant des fonds de la souscription restés libres, avec l'intention que le produit en fût affecté à un prix qui porterait le nom de *Prix Cuvier*, et qui serait décerné tous les trois ans à l'ouvrage le plus remarquable, soit sur le règne animal, soit sur la géologie, et le Gouvernement ayant autorisé cette fondation par une Ordonnance en date du 9 août 1839,

L'Académie annonce qu'elle décernera, dans la séance publique de 1869, un prix (sous le nom de *Prix Cuvier*) à l'ouvrage qui sera jugé le plus remarquable entre tous ceux qui auront paru depuis le 1er janvier 1866 jusqu'au 31 décembre 1868, soit sur le règne animal, soit sur la géologie.

Ce prix consistera en une médaille d'or de la valeur de *quinze cents francs*.

PRIX BORDIN,

QUESTION SUBSTITUÉE EN 1866 A CELLE QUI AVAIT ÉTÉ PRÉCÉDEMMENT PROPOSÉE CONCERNANT LA STRUCTURE DES TIGES DES VÉGÉTAUX.

(Commissaires : MM. Milne Edwards, Boussingault, Bernard, Decaisne, Brongniart rapporteur.)

« *Étudier le rôle des stomates dans les fonctions des feuilles.* »

L'Académie, en proposant cette question, désire que par des recherches expérimentales et par des observations anatomiques sur les plantes soumises aux expériences, les concurrents cherchent à déterminer le rôle que les stomates jouent dans les phénomènes de respiration diurne ou nocturne, d'exhalation ou d'absorption aqueuse dont les feuilles sont le siége principal dans les plantes.

Les Mémoires devront être adressés, *francs de port,* au Secrétariat de l'Institut, avant le 1er juin 1869, *terme de rigueur*. Ils pourront être manuscrits ou imprimés, et devront porter le nom de leur auteur, afin que les expériences puissent au besoin être répétées par lui sous les yeux de la Commission.

PRIX BORDIN.

QUESTION PROPOSÉE EN 1866 POUR 1869.

(Commissaires : MM. Milne Edwards, Brongniart, Decaisne, Blanchard, de Quatrefages rapporteur.)

Le prix sera décerné à la meilleure monographie d'un animal invertébré marin.

En formulant son programme dans les termes qui précèdent, l'Académie entend laisser aux concurrents le plus de latitude possible dans le choix du sujet à traiter. Toutefois elle doit faire remarquer qu'au point où en est aujourd'hui la science, l'étude de tous les Invertébrés marins est loin de présenter le même intérêt. Parmi les groupes sur lesquels elle croit devoir appeler plus particulièrement l'attention des naturalistes, on doit compter entre autres les Acalèphes parmi les Rayonnés, les Crustacés inférieurs et surtout les Lernées parmi les Articulés.

Quelle que soit l'espèce sur laquelle s'arrêtera le choix des concurrents, elle devra, autant que possible, être étudiée au point de vue anatomique, histologique, physiologique et embryogénique.

Le prix consistera en une médaille d'or de la valeur de *trois mille francs*.

Les Mémoires (manuscrits) devront être déposés, *francs de port*, au Secrétariat de l'Institut, avant le 1er juin 1869, *terme de rigueur*.

Les noms des auteurs seront contenus dans des billets cachetés qui ne seront ouverts que si la pièce est couronnée.

PRIX A DÉCERNER EN 1870.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

QUESTION PROPOSÉE EN 1867 POUR 1870.

(Commissaires : MM. Boussingault, Cl. Bernard, Brongniart, Chevreul, Milne Edwards rapporteur.)

« *Histoire des phénomènes génésiques qui précèdent le développement de*
» *l'embryon chez les animaux dioïques dont la reproduction a lieu sans accou-*
» *plement.* »

Depuis quelques années le mode de reproduction des pucerons et des

autres animaux dits *parthénogénésiques* a été l'objet de recherches nombreuses, mais les naturalistes ne sont pas d'accord sur plusieurs des points les plus importants de l'histoire de cette fonction. L'Académie désirerait que l'on en fît une étude plus approfondie, et que l'on déterminât s'il existe, ou non, chez les femelles qui se multiplient sans accouplement préalable, quelque phénomène analogue à la fécondation déterminée d'ordinaire par l'action des spermatozoïdes sur l'œuf.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés et rédigés en français, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1870.

PRIX BORDIN.

QUESTION PROPOSÉE EN 1867 POUR 1870.

(Commissaires : MM. Boussingault, Cl. Bernard, Brongniart, Chevreul, Milne Edwards rapporteur.)

« *Anatomie comparée des annélides.* »

Il existe encore beaucoup de lacunes dans l'histoire anatomique des annélides marins, particulièrement dans ce qui est relatif aux organes de la génération. L'Académie demande une étude approfondie et comparative de la structure intérieure d'un certain nombre de ces animaux appartenant aux différentes familles naturelles les plus importantes. Elle désire que les descriptions soient toutes accompagnées de figures faites d'après nature.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés et rédigés en français, doivent être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1870.

PRIX A DÉCERNER EN 1873.

PRIX MOROGUES,

(Reproduction du Programme des années précédentes.)

Feu M. de Morogues a légué, par son testament en date du 25 octobre 1834, une somme de *dix mille francs*, placée en rentes sur l'État, pour faire l'objet d'un prix à décerner *tous les cinq ans*, alternativement : par

l'Académie des Sciences Physiques et Mathématiques, à l'*ouvrage qui aura fait faire le plus grand progrès à l'agriculture en France*, et par l'Académie des Sciences Morales et Politiques, au *meilleur ouvrage sur l'état du paupérisme en France et le moyen d'y remédier*.

Une Ordonnance en date du 26 mars 1842 a autorisé l'Académie des Sciences à accepter ce legs.

L'Académie annonce qu'elle décernera ce prix, en 1873, à l'ouvrage remplissant les conditions prescrites par le donateur.

Les ouvrages, *imprimés et écrits en français*, devront être déposés, *francs de port*, au Secrétariat de l'Institut, avant le 1er juin 1873, *terme de rigueur*.

CONDITIONS COMMUNES A TOUS LES CONCOURS.

Les concurrents, pour tous les prix, sont prévenus que l'Académie ne rendra aucun des ouvrages envoyés aux Concours; les auteurs auront la liberté d'en faire prendre des copies au Secrétariat de l'Institut.

Par une mesure générale, l'Académie a décidé que dorénavant la clôture des Concours pour les prix qu'elle propose serait fixée au *premier* juin de chaque année.

LECTURE.

M. Dumas lit l'Éloge historique de **Michel Faraday**, Associé étranger de l'Académie.

É. D. B. et D.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 MAI 1868.

PRÉSIDENCE DE M. DELAUNAY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Secrétaire perpétuel annonce à l'Académie que la première Partie du tome XXXVII de ses *Mémoires* est en distribution au Secrétariat : cette première Partie comprend l'éloge de Dutrochet par *M. Coste* et le Mémoire de *M. Regnault* sur la vitesse de propagation des ondes dans les milieux gazeux.

M. le Ministre de l'Instruction publique transmet à l'Académie l'ampliation du Décret impérial approuvant l'élection de M. Cahours à la place laissée vacante, dans la Section de Chimie, par la nomination de *M. Dumas* aux fonctions de Secrétaire perpétuel.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, **M. Cahours** prend place parmi ses confrères.

PHYSIQUE. — *Sur la dilatation des corps solides par la chaleur* (deuxième Mémoire); *par* **M. H. Fizeau.**

« Dans le nouveau travail que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie, je me propose de présenter la suite de mes recherches relatives à la dilatation des corps solides par la chaleur, et principalement des corps cristallisés.

» Ayant soumis à l'observation un grand nombre de corps nouveaux, les ayant étudiés dans des directions variées, afin de mettre en évidence une loi générale qui paraît régir ces phénomènes; étant en outre parvenu, dans ces derniers temps, à observer avec sûreté, grâce aux savants conseils de M. Des Cloizeaux, des cristaux plus complexes appartenant aux formes obliques, je puis essayer aujourd'hui d'exposer avec plus de détails, et avec la sanction de l'expérience, les vues théoriques énoncées dans le premier Mémoire (séances des 21 et 28 mai 1866).

» Mais il convient d'abord de faire quelques remarques et de poser quelques principes, propres à écarter les objections qui pourraient être faites relativement à la régularité et à la constance des phénomènes dont il s'agit.

» Toutes les observations s'accordent à montrer que le phénomène du changement de volume d'un corps par la chaleur, que ce soit une dilatation ou une contraction, se produit toujours d'une manière continue et avec une régularité tout à fait semblable à celle des changements de la température, les mêmes volumes correspondant d'une manière toujours constante et identique aux mêmes températures.

» On doit donc rejeter toute supposition de variations subites, accidentelles et pour ainsi dire capricieuses, dans ce genre de phénomènes, aussi bien que l'existence de variations lentes qui se produiraient avec le temps dans la valeur numérique des coefficients de dilatation.

» Je puis citer, à l'appui de l'invariabilité de ces coefficients, deux déterminations faites avec des soins particuliers, à une année d'intervalle, sur un même cristal de quartz posé sur le même trépied de platine, ce dernier ayant subi dans cet intervalle de temps plusieurs centaines d'alternatives de températures comprises entre 7 et 80 degrés. Ces deux coefficients correspondent à la direction de l'axe du cristal :

1re détermination. . . . $\alpha = 0{,}0000\,0781\,18$;
2e détermination. . . . $\alpha = 0{,}0000\,0781\,17$.

» Lorsque j'ai cherché, dans le précédent travail déjà cité, à coordonner les phénomènes alors connus concernant la dilatation des cristaux appartenant aux divers systèmes cristallins, le nombre encore trop limité des observations pouvait bien faire entrevoir une loi simple et générale, mais ne permettait pas de l'établir encore avec une rigueur suffisante; cependant, guidé par les analogies qui déjà apparaissaient avec évidence entre les caractères principaux de ces phénomènes et ceux que présentent

les phénomènes de propagation lumineuse et calorifique dans leurs rapports avec la symétrie générale des cristaux, je suis entré dans la voie qui depuis longtemps nous a été ouverte par les célèbres travaux de Fresnel sur la propagation de la lumière dans les cristaux, voie déjà suivie avec succès par Senarmont à l'occasion de ses découvertes sur l'inégale propagation de la chaleur dans les mêmes corps. Et de même que pour ces deux classes de phénomènes, on est parvenu à lier entre eux tous les faits observés par des considérations géométriques très-générales; de même pour les phénomènes de dilatation, on peut, par des considérations analogues, exprimer la loi des variations qui se manifestent dans les valeurs numériques des dilatations, lorsqu'on les considère suivant des directions diverses. Il y a donc trois ordres de phénomènes physiques bien distincts, qui peuvent être rattachés à des vues théoriques analogues : ce sont la propagation de la lumière et la propagation de la chaleur à travers les cristaux, enfin la dilatation par la chaleur du corps cristallisé lui-même; et ces vues théoriques sont précisément de la nature de celles dont les géomètres font usage lorsqu'ils étudient des surfaces ellipsoïdales. A la vérité, un même principe sert de point de départ commun dans l'explication théorique de ces trois ordres de phénomènes, c'est la considération de trois directions principales ou axes rectangulaires doués de propriétés physiques et géométriques bien définies, et autour desquels se rattachent comme des conséquences rigoureuses et dans leurs manifestations les plus variées l'ensemble des phénomènes.

» Je dois seulement ici chercher à définir et à préciser la notion de ces axes relativement aux phénomènes de dilatation qui nous occupent, et je rapporterai ensuite un certain nombre d'expériences qui démontreront, je pense, avec évidence que ces axes correspondent à des propriétés physiques réelles et bien distinctes qui ne permettent pas de les considérer comme une simple fiction géométrique, propre à grouper empiriquement les données de l'observation. Ils seront désignés désormais sous le nom d'*axes de dilatation*. L'expression d'*axes d'élasticité* employée dans le premier Mémoire étant devenue insuffisante par suite des résultats observés dans les cristaux obliques, on verra en effet plus loin que, dans ces cristaux, les trois espèces d'axes propres aux trois ordres de phénomènes mentionnés plus haut ne sont plus superposés comme dans les autres systèmes cristallisés, mais qu'ils y sont en réalité séparés les uns des autres à des distances angulaires souvent considérables.

» On a montré dans le premier Mémoire que si l'on cherche à exprimer

d'une manière générale la valeur de la dilatation d'un cristal suivant une direction quelconque rapportée à trois axes rectangulaires de dilatation, on parvient à une formule très-simple renfermant seulement les carrés des cosinus des angles faits avec les trois axes, ainsi que les trois coefficients principaux de dilatation correspondant à ces axes.

» Mais il importe de remarquer que le raisonnement qui a conduit à ce résultat repose en réalité sur le principe suivant :

» Quelque complexe que soit la forme cristalline, quelque variées que soient les dilatations observées dans les diverses directions du cristal, que ce soit même ici des contractions, là des dilatations, il n'existe véritablement que trois dilatations primitives, distinctes, indépendantes les unes des autres et se manifestant seulement dans trois directions fixes, orientées entre elles à angles droits; ce sont les trois axes de dilatation. Dans toute autre direction que celles-là, on n'observera que les effets simultanés de ces trois dilatations primitives, lesquelles se manifesteront toujours individuellement, suivant leurs intensités et leurs directions propres et d'une manière constante pour l'unité de longueur.

» On peut ajouter que toutes les parties élémentaires du cristal étant identiques entre elles, ces axes ne sont pas représentés par trois lignes de situation déterminée dans l'intérieur du cristal, mais en réalité par trois systèmes rectangulaires de lignes parallèles considérées dans chacun des points intérieurs.

» Pour achever d'énoncer ce qui paraît essentiel dans ces propriétés singulières qui semblent révéler en quelque sorte une disposition trinaire dans les éléments de la matière cristallisée, il reste à dire en quoi chacune des trois dilatations principales doit différer de toute autre dilatation résultante, ou, en d'autres termes, quel est le caractère distinctif d'un axe de dilatation.

» Que l'on imagine une sphère isolée dans la matière du cristal à une certaine température, si l'on vient à l'échauffer, la sphère se dilatera inégalement suivant ses divers rayons, et sa forme deviendra ellipsoïdale dans le cas le plus général; mais il y aura toujours trois diamètres rectangulaires entre eux aux extrémités desquels le déplacement d'un point situé sur la surface de la sphère se fera suivant une direction radiale, c'est-à-dire suivant le prolongement du rayon lui-même et sans déviation latérale.

» C'est là le véritable caractère des axes de dilatation et le principe de la construction géométrique d'où l'on a déduit, dans le premier Mémoire, la formule que nous examinons ici.

» Je vais maintenant rapporter les résultats des expériences qui ont été faites pour contrôler dans plusieurs de ses conséquences les plus importantes l'exactitude de la formule générale, en s'attachant à rechercher dans les divers systèmes cristallins les phénomènes les plus décisifs et les plus accessibles à l'observation.

» Désignant par D le coefficient de dilatation suivant une direction quelconque donnée par les angles δ, δ', δ'' que fait cette direction avec les trois axes de dilatation, et appelant α, α', α'' les trois coefficients de dilatation correpondant aux trois axes, on a la relation suivante

$$(1) \qquad D = \alpha \cos^2 \delta + \alpha' \cos^2 \delta' + \alpha'' \cos^2 \delta'',$$

mais on a en même temps la relation connue qui exprime que les trois angles δ, δ', δ'' sont rapportés à trois axes rectangulaires :

$$(2) \qquad \cos^2 \delta + \cos^2 \delta' + \cos^2 \delta'' = 1.$$

» SYSTÈME CUBIQUE. — Les caractères généraux et les propriétés de ce système cristallin conduisent à considérer les trois dilatations principales comme égales entre elles, c'est-à-dire

$$\alpha = \alpha' = \alpha'',$$

alors l'équation (1) devient

$$D = \alpha (\cos^2 \delta + \cos^2 \delta' + \cos^2 \delta''),$$

et, à cause de l'équation (2),

$$D = \alpha,$$

c'est-à-dire que la dilatation est constante, indépendante de la direction considérée et toujours égale à celle qui a lieu suivant les axes dont la situation ne peut être révélée par aucune différence dans les dilatations, et doit être considérée comme indéterminée. Voici plusieurs observations qui se rapportent à des cristaux de ce système. Ces nombres et les suivants représentent la dilatation linéaire pour l'unité de longueur, pour 1 degré, et pour le point $\theta = 40$ degrés de l'échelle thermométrique.

» *Spath fluor.* — Normalement à une face du clivage octaédrique

$$\alpha = 0,0000\,1911,$$

$$\alpha = 0,0000\,1910;$$

sur une face du cube (autre cristal)

$$\alpha = 0,0000\,1910,$$

sur une face taillée inclinée de 5 degrés sur une face du cube (autre cristal)

$$\alpha = 0,0000\,1915.$$

» *Galène.* — Normalement à une face du clivage cubique

$$\alpha = 0,0000\,2014,$$

sur une face octaédrique taillée

$$\alpha = 0,0000\,2014.$$

» *Pyrite cubique.* — Normalement à une face naturelle du cube

$$\alpha = 0,0000\,0907,$$

sur une face taillée dans un groupe de cristaux du Pérou sans orientation commune

$$\alpha = 0,0000\,0908.$$

» *Cuivre oxydulé.* — Normalement à une face du dodécaèdre rhomboïdal

$$\alpha = 0,0000\,0093,$$

sur une face située à 90 degrés de la précédente

$$\alpha = 0,0000\,0093,$$

sur une face taillée dans un groupe de cristaux sans orientation commune

$$\alpha = 0,0000\,0093.$$

» Système du prisme droit a base carrée et système hexagonal ou rhomboédrique. — Ces deux systèmes, distincts sous le rapport cristallographique, se confondent par des caractères communs relativement aux phénomènes optiques, à la conductibilité calorifique et au mode de dilatation, ce qui paraît dépendre de la structure symétrique qu'ils présentent autour d'un axe cristallographique principal. Les dilatations sont ici différentes dans les diverses directions, et des raisons tirées de la symétrie de la structure font voir que l'un des axes de dilatation doit coïncider avec l'axe cristallographique principal, les deux autres lui étant perpendiculaires; si l'on admet par les mêmes raisons de symétrie l'égalité des coefficients correspondant à ces deux derniers axes de dilatation, ou $\alpha' = \alpha''$, l'équation (1) deviendra

$$D = \alpha \cos^2\delta + \alpha'(\cos^2\delta' + \cos^2\delta'');$$

mais l'équation (2) donne

$$\cos^2\delta' + \cos^2\delta'' = 1 - \cos^2\delta = \sin^2\delta,$$

on aura donc (α étant la dilatation pour le premier axe)

$$(3) \qquad D = \alpha \cos^2 \delta + \alpha' \sin^2 \delta.$$

» En considérant une direction quelconque normale au premier axe, ce qui donne

$$\delta = 90°, \quad \cos^2 \delta = 0, \quad \sin^2 \delta = 1,$$

l'équation se réduit à

$$D = \alpha',$$

c'est-à-dire que dans toute direction normale au premier axe (lequel se confond avec l'axe de symétrie) la dilatation est constante, et qu'il n'est pas possible de distinguer les axes de dilatation.

» Pour toute direction faisant avec le premier axe le même angle $\delta = 54°44'$, on a

$$\cos^2 \delta = \frac{1}{3} \quad \text{et} \quad \sin^2 \delta = \frac{2}{3},$$

et l'équation (3) devient

$$D = \frac{\alpha + 2\alpha'}{3},$$

ce qui est précisément l'expression de la dilatation linéaire moyenne du cristal.

» Des expériences variées ont été faites sur diverses espèces de cristaux, afin de vérifier l'exactitude de cette propriété remarquable, qui se déduit de la théorie, propriété que l'on peut énoncer ainsi : Tous les cristaux affectant la forme de prismes droits, de rhomboèdres, d'hexagones réguliers ou de dérivés quelconques de ces formes doivent présenter une certaine direction angulaire (la même pour tous les cristaux) faisant avec l'axe cristallographique principal un angle de $54°44'$ $\left(\text{angle pour lequel } \cos^2 \delta = \frac{1}{3}\right)$, et suivant cette direction, on doit trouver précisément le tiers de la dilatation cubique, ou la dilatation linéaire moyenne pour chaque cristal.

» On a fait voir antérieurement que, dans le cas le plus général, cette condition doit être satisfaite par les normales aux faces d'un octaèdre régulier convenablement orienté; or, dans le cas qui nous occupe, cet octaèdre de dilatation moyenne doit être conçu comme ayant un de ses axes coïncidant avec l'axe principal du cristal, les deux autres pouvant être orientés d'une manière quelconque.

» Pour faire cette comparaison décisive entre l'expérience et le résultat déduit de la théorie, il faut évidemment mesurer trois dilatations α, α', α^m, dans les trois directions suivantes : la première parallèle, la seconde per-

pendiculaire à l'axe cristallographique principal; la troisième, suivant l'angle de 54°44′ avec ce même axe, les deux dernières directions pouvant être orientées dans un azimut quelconque autour du même axe.

» Dans ces circonstances, la dilatation cubique sera

$$\alpha^{\text{cub}} = \alpha + 2\alpha',$$

la dilatation linéaire moyenne

$$\alpha^{\text{lin}} = \frac{\alpha + 2\alpha'}{3},$$

et la théorie ne sera satisfaite que si cette dernière valeur coïncide avec la valeur trouvée directement pour α^{m}, c'est-à-dire si l'on a

$$\alpha^{\text{m}} = \alpha^{\text{lin}}.$$

» Voici les résultats des observations :

» α est la dilatation suivant l'axe cristallographique principal;

» α' suivant la normale à ce même axe;

» α^{lin} la dilatation linéaire moyenne déduite de α et de α';

» α^{m} la dilatation observée suivant l'angle de 54°44′, avec une incertitude de 5′ à 10′ dans la taille du cristal (*).

» *Zircon de Sibérie.* (Prisme droit à base carrée.)

$$\begin{aligned} \alpha &= 0{,}00000443 \\ \alpha' &= 0{,}00000233 \\ \alpha^{\text{lin}} &= 0{,}00000303 \\ \alpha^{\text{m}} &= 0{,}00000304 \end{aligned}$$

» *Émeraude (Béryl).* (Hexagonal.)

$$\begin{aligned} \alpha &= -\,0{,}00000106 \\ \alpha' &= 0{,}00000137 \\ \alpha^{\text{lin}} &= 0{,}00000056 \\ \alpha^{\text{m}} &= 0{,}00000057 \end{aligned}$$

» *Spath d'Islande.* (Rhomboédrique.)

$$\begin{aligned} \alpha &= 0{,}00002621 \\ \alpha' &= -\,0{,}00000540 \\ \alpha^{\text{lin}} &= 0{,}00000514 \\ \alpha^{\text{m}} &= 0{,}00000507 \end{aligned}$$

(*) Je dois ici rendre un nouveau témoignage à l'habileté remarquable et au zèle intelligent avec lesquels M. Henri Soleil a exécuté les tailles de cristaux souvent très-délicates que ces recherches exigeaient.

» *Quartz*. (Rhomboédrique.)

$$\alpha = 0,0000\,0781$$
$$\alpha' = 0,0000\,1419$$
$$\alpha^{\text{lin}} = 0,0000\,1206$$
$$\alpha^{\text{m}} = 0,0000\,1206$$

» *Bismuth*. (Rhomboédrique.)

$$\alpha = 0,0000\,1621$$
$$\alpha' = 0,0000\,1208$$

» La troisième observation a été faite normalement à une face naturelle du rhomboèdre, c'est-à-dire suivant un angle de 56° 24′ avec l'axe principal. Le calcul correspondant a été fait au moyen de la formule (3) :

Calcul. . . . . $\alpha = 0,0000\,1334$
Observation . . . . . . $\alpha = 0,0000\,1338$

» SYSTÈME DU PRISME RHOMBOÏDAL DROIT (*rhombique*). — La situation des axes de dilatation devant être toujours subordonnée à la structure cristalline, on doit admettre qu'à des directions identiques sous le rapport de la symétrie des faces correspondent des dilatations identiques, principe qui conduit immédiatement à fixer la situation des trois axes de dilatation, dans ce système, parallèlement aux trois axes cristallographiques.

» Que l'on imagine en effet un parallélipipède rectangle construit sur les trois axes cristallographiques comme arêtes; on voit immédiatement que, pendant la dilatation de ce solide, le déplacement d'un point quelconque situé sur une de ses faces ne peut avoir lieu que parallèlement à l'arête normale à cette face et sans déviation latérale, ce qui est le caractère de la dilatation axiale; car, s'il en était autrement et si le déplacement se faisait suivant une certaine direction inclinée, il suffirait de retourner le cristal de 180 degrés par un mouvement hémitrope, effectué dans le plan de la face considérée, pour retrouver une autre direction dont les rapports cristallographiques seraient les mêmes, et selon laquelle par conséquent la même inclinaison devrait également se produire.

» Le même genre de considération peut être employé pour déterminer la situation du premier axe dans le prisme droit à base carrée, précédemment considéré, ainsi que dans le prisme hexagonal; pour le cas du rhomboèdre, on arrive à une conclusion analogue en attribuant seulement au cristal deux rotations successives de 120 degrés.

» Une prochaine communication sera consacrée à compléter ce qui con-

cerne le système rhomboïdal droit et à considérer le système rhomboïdal oblique. »

CHIMIE. — *Sur l'occlusion du gaz hydrogène par les métaux;*
par **M. Th. Graham.**

« Dans les expériences que j'ai déjà publiées sur l'occlusion de l'hydrogène par le palladium, le platine et le fer, j'ai constaté que l'absorption du gaz était très-incertaine à basse température, mais qu'elle ne manquait pas de se produire toutes les fois qu'on chauffait le métal, soit sous la forme d'éponge, soit à l'état de masse agrégée sous le marteau, et qu'on la laissait refroidir lentement et complétement dans une atmosphère d'hydrogène. J'ai attribué ce fait à la nécessité d'employer une surface métallique absolument pure, condition essentielle à la première action absorbante, ainsi que cela a lieu, d'après l'observation de Faraday, pour la feuille ou le fil de platine, lorsqu'ils déterminent la combustion d'un mélange gazeux d'oxygène et d'hydrogène. Une nouvelle méthode de charger d'hydrogène ces métaux sous l'influence d'une basse température s'est présentée récemment et ne manque pas d'intérêt.

» Lorsqu'on met une plaque de zinc dans l'acide sulfurique étendu, l'hydrogène se dégage abondamment de la surface du métal; mais il ne se produit dans cette expérience aucune occlusion ni rétention du gaz. On devait s'attendre, dans ce cas, à un résultat négatif à cause de la structure cristalline du zinc. Mais qu'on plonge une feuille de palladium dans le même acide, et qu'on le mette en contact avec le zinc, et il se charge aussitôt fortement de l'hydrogène qui se transporte alors à sa surface. La charge absorbée en une heure par une plaque de palladium assez épaisse, à la température de 12 degrés, s'éleva à 173 fois son volume.

» L'absorption de l'hydrogène fut plus frappante encore lorsqu'on se servit de la plaque de palladium comme d'électrode négative plongeant dans l'eau acidulée d'une pile de Bunsen de six cellules. Tandis que l'oxygène se dégageait vivement au pôle positif, l'effervescence au pôle négatif était entièrement suspendue pendant vingt secondes, à cause de l'occlusion de l'hydrogène par le palladium. La quantité absorbée s'éleva à $200^{vol},4$, et dépassa de beaucoup la quantité d'hydrogène absorbée par la même plaque chauffée, puis refroidie dans une atmosphère du gaz, savoir 90 volumes. Il est digne de remarque que l'hydrogène, bien qu'il pénètre et imprègne sans doute toute la masse du palladium, ne montre pourtant

aucune tendance à quitter le métal et à s'échapper dans le vide, du moins à la température de son absorption. Ainsi, une plaque mince de palladium, chargée d'hydrogène par le procédé qu'on vient de lire, fut lavée, séchée dans un linge, puis scellée à la lampe dans un tube de verre purgé d'air. Lorsqu'au bout de deux mois on brisa le tube sous le mercure, on trouva que le vide était parfait. Aucune trace d'hydrogène ne s'était vaporisée à froid (environ 12 degrés); mais sous l'influence d'une température de 100 degrés et au-dessus, il se dégagea du métal 333 volumes du gaz.

» On obtint un résultat semblable en se servant d'un cylindre creux de palladium, de 115 millimètres de long, 12 millimètres de diamètre, et 1 millimètre d'épaisseur, comme d'électrode négative plongeant dans l'eau acidulée, et en maintenant le vide dans la cavité du cylindre au moyen d'un aspirateur Sprengel. Il ne pénétra dans cette cavité vide aucune trace d'hydrogène, même au bout de plusieurs heures, quoique le gaz fût sans aucun doute absorbé en quantité considérable par la surface extérieure du cylindre, et qu'il en imprégnât toute la masse.

» Il paraît donc que, lorsque l'hydrogène est absorbé par le palladium, la volatilité du gaz se trouve entièrement supprimée, et qu'il peut exister en quantité considérable dans les métaux sans manifester aucune tension sensible à basse température. L'hydrogène à l'état d'occlusion cesse par conséquent d'être un gaz, quelle que soit d'ailleurs l'idée qu'on se fait de sa condition physique. On arriva à la même conclusion par une autre série d'expériences qui démontrèrent que, pour être *occlus* par le palladium et même par le fer, l'hydrogène n'exige pas une forte pression, mais qu'au contraire il est encore facilement absorbé par les métaux lorsqu'il se trouve à un haut degré de raréfaction.

» Il est facile d'extraire l'hydrogène occlus par le palladium en renversant la position de ce dernier dans la cellule décomposante, de manière à faire dégager l'oxygène sur la surface du métal. L'extraction de l'hydrogène est aussi rapide que l'avait été auparavant son occlusion par le palladium; le métal est complétement privé de gaz par ce traitement. Lorsqu'on abandonne à l'air le palladium chargé d'hydrogène, il arrive souvent qu'il s'échauffe subitement et perd ainsi complétement son gaz par l'oxydation spontanée.

» Le platine peut, ainsi que le palladium, se charger d'hydrogène par l'action voltaïque; mais, comme d'habitude, la proportion du gaz est moindre. La quantité d'hydrogène absorbée dans une cellule voltaïque par du vieux platine sous forme de tube, de l'épaisseur d'un petit creuset ordi-

naire, fut égale à $2^{vol},19$. On réussit également à chasser le gaz du platine et à l'oxyder, en renversant la place du platine dans la cellule décomposante. L'hydrogène occlus communiqua, dans ce cas, au platine son pouvoir polarisant bien connu, propriété que conserva le métal après avoir été lavé à l'eau pure, essuyé dans un linge et mis en action par le contact avec l'acide étendu. Le degré de chaleur nécessaire pour chasser l'hydrogène ainsi absorbé par le platine se trouva très-rapproché du rouge, quoique l'absorption du gaz eût eu lieu à basse température.

» Le fer doux, abandonné pendant quelque temps en contact avec un acide dilué, absorba 0,57 de son volume d'hydrogène. Cette charge fut retenue à basse température, et ne s'échappa dans le vide qu'après que la température eut été portée presque au rouge. Cette expérienee démontre que le fer, comme le platine, ne se laisse pas pénétrer par l'hydrogène à froid, la température nécessaire pour l'émission du gaz étant très-élevée (1).

» Tandis que l'hydrogène fut absorbé en quantité considérable par le platine et par le palladium agissant comme électrodes négatives, on n'observa aucune absorption d'oxygène par des plaques des mêmes métaux jouant le rôle d'électrodes positives. L'oxygène se dégagea en abondance de la surface de ces derniers sans s'y condenser. Une plaque de platine qui avait servi pendant plusieurs heures d'électrode positive, soumise ensuite à l'action de la chaleur dans le vide, donna une petite trace d'acide carbonique, mais point d'oxygène.

» La propriété bien connue de l'éponge de platine (ou d'une feuille bien nettoyée) d'enflammer un jet d'hydrogène au contact de l'air paraît dépendre uniquement de l'influence exercée par le métal sur son hydrogène occlus. L'hydrogène semble se polariser, tandis que son attraction pour l'oxygène devient beaucoup plus vive. En soumettant à l'Académie l'explication suivante du phénomène, qu'il me soit permis de réclamer son indulgence à cause du caractère purement spéculatif de l'hypothèse. La molécule gazeuse de l'hydrogène étant envisagée comme une association de deux atomes, un hydrure d'hydrogène, il s'ensuit que c'est l'attraction du platine pour l'atome négatif ou chloryleux de la molécule d'hydrogène qui

---

(1) Dans l'ingénieuse expérience de M. Cailletet, il est vrai qu'une mince feuille de fer est pénétrée par l'hydrogène à froid, mais seulement, à ce qu'il semblerait, à la faveur de l'action pénétrante de l'acide qui s'insinue en même temps dans les pores du métal. (*Comptes rendus*, 4 mai 1868.)

attache ce dernier au métal. Il y a tendance, imparfaitement satisfaite, à la formation d'un hydrure de platine. La molécule hydrogène est, en conséquence, polarisée, orientée avec sa face positive ou basyleuse tournée en dehors, et son attraction pour l'oxygène reçoit en même temps une vive impulsion. Il est vrai que les deux atomes d'une molécule d'hydrogène sont considérés comme inséparables, mais cette manière de voir n'est pas incompatible avec le remplacement des atomes enlevés pour satisfaire aux affinités de l'oxygène, par d'autres atomes d'hydrogène provenant des molécules environnantes. Il est seulement nécessaire d'admettre qu'une paire de molécules d'hydrogène contiguës réagit à la fois sur une seule molécule d'oxygène extérieur. Elles formeraient de l'eau et laisseraient pourtant une paire d'atomes, ou une seule molécule d'hydrogène, encore attachée au platine.

» L'oxydation de l'alcool, de l'éther et de corps analogues, sous l'influence du platine, paraît être aussi, dans chaque cas, une conséquence immédiate de la polarisation de l'hydrogène ou de quelque autre principe oxydable contenu dans ces substances, comme cela arrive dans la combustion de l'hydrogène lui-même.

» Ainsi que je l'ai déjà fait remarquer, de ce qu'un gaz est absorbé par un métal à basse température, il ne s'ensuit pas qu'il doive s'en échapper dans le vide à la même température; il faut souvent un degré de chaleur bien plus élevé pour son expulsion que pour sa première absorption. Cela est surtout vrai de l'oxyde carbonique occlus par le fer. La fonte est beaucoup trop poreuse pour de pareilles expériences, et livre un passage facile à l'oxyde carbonique, comme aux autres gaz, par l'action de la diffusion gazeuse. Même avec le fer malléable il y a une difficulté d'observation, à cause de la durée du temps pendant lequel ce métal continue à dégager l'oxyde carbonique provenant de sa provision naturelle de ce gaz. Mais un tube de fer malléable, d'abord privé de son gaz naturel, n'abandonna que très-lentement l'oxyde carbonique dans le vide (comparativement à l'hydrogène), quoique le volume d'oxyde carbonique que ce métal est susceptible d'absorber soit considérable, se montant à 4 volumes, ce qui dépasse le volume d'hydrogène occlus par le même métal. L'oxyde carbonique ne commença à traverser sensiblement le fer de $1^{mm},7$ d'épaisseur qu'après que la température eut atteint une élévation considérable, et alors le passage du gaz par minute s'éleva

Pour l'oxyde carbonique, à une bonne chaleur rouge...	à $0^{cc},284$	par mètre carré.
Pour l'hydrogène. » » ...	à $76^{cc},500$	»

C'est le palladium qui permet d'étudier avec le plus d'avantages la condition de l'hydrogène à l'état d'occlusion dans un métal colloïdal, la proportion du gaz absorbé étant considérable. Sous la forme de poudre spongieuse, le palladium absorba 655 volumes d'hydrogène, et ainsi chargé ne laissa rien échapper dans le vide à la température ordinaire, mais seulement après que la chaleur eut été élevée à près de 100 degrés. La feuille de palladium forgé absorbe tout autant de gaz. Mais la condition la plus favorable à l'absorption s'obtient lorsqu'on précipite le palladium d'une solution d'environ 1,6 pour 100 de son chlorure, sous forme de métal compacte par l'action de la pile. Le palladium n'est pas du nombre des métaux qui se précipitent facilement de cette manière. Mais on l'obtient pourtant à l'état de lamelles brillantes, en se servant d'un fil mince de platine et d'une seule grande cellule. Le palladium se détache au bout d'un certain temps et présente une surface métallique d'un blanc éclatant du côté qui se trouvait en contact avec le platine, et une surface terne, rappelant l'arsenic métallique, sur la face exposée à l'acide. Ainsi préparé, il ne contient pas d'hydrogène occlus. Mais les minces pellicules métalliques, chauffées à 100 degrés dans l'hydrogène, et abandonnées ensuite pendant une heure à un refroidissement lent dans le même gaz, renfermaient $982^{vol},14$ de gaz mesurés à la température de 11 degrés sous une pression barométrique de 756 millimètres. C'est l'absorption d'hydrogène la plus considérable que j'aie observée. Le palladium ainsi chargé laisse échapper dans le vide, mais avec une lenteur extrême, quelques traces d'hydrogène à la température ordinaire. Il est représenté en poids par les nombres

Palladium, 1,0020, ...	$99^{gr},27$
Hydrogène, 0,0073, ...	0 ,72
	100,00

soit dans la proportion de l'équivalent de palladium pour 0,772 équivalent d'hydrogène (1), ou approximativement d'équivalent à équivalent, PdH. Mais l'idée d'une combinaison chimique définie est inadmissible pour plusieurs raisons. Il ne se produit aucun changement visible dans le palladium après son association avec l'hydrogène. Les hydrures de certains métaux sont d'ailleurs connus, tels que l'hydrure de cuivre (Wurtz) et l'hydrure de fer (Wanklyn), mais ce sont des substances brunes, pulvérulentes, ne possédant aucune des propriétés des métaux. On réussit à préparer l'hydrure de palladium lui-même, mais on ne peut le conserver à

(1) $H = 1$, $Pd = 106,5$.

cause de sa grande instabilité. En se conformant au procédé de M. Wurtz pour la préparation de l'hydrure de cuivre, on fit bouillir du nitrate de palladium dans l'acide sulfurique, et on obtint ainsi un sel rouge cristallin, le sulfate de palladium. On traita une solution de ce sel dans un excès d'acide sulfurique par l'hyposulfite de soude. Il se précipita une poudre noire qui se décomposa bientôt à 0 degré, en dégageant une quantité considérable de gaz hydrogène. Le résidu final était du palladium pur, ayant l'aspect noir amorphe habituel, sans aucune trace de cristallisation. Il est singulier que ce précipité de palladium ne contienne pas d'hydrogène occlus, même après avoir été chauffé, et exposé à une atmosphère d'hydrogène à la manière ordinaire; le noir de palladium ainsi préparé n'absorbe aucune quantité appréciable de ce gaz.

» Je suis donc porté à croire que le passage de l'hydrogène au travers d'un métal est toujours précédé de la condensation ou occlusion du gaz. Il faut admettre cependant que la rapidité de pénétration n'est pas proportionnelle au volume du gaz occlus, autrement le palladium serait beaucoup plus perméable à basse qu'à haute température. Une plaque de ce métal fut à peu près complétement épuisée d'hydrogène à 267 degrés; mais elle n'en resta pas moins perméable; elle augmenta même en perméabilité à des températures plus élevées encore, sans pour cela devenir perméable en même temps à d'autres gaz. Dans une expérience frappante, on fit passer un mélange, à volumes égaux, d'hydrogène et d'acide carbonique au travers d'un petit tube de palladium dont le diamètre intérieur était de 3 millimètres et l'épaisseur de la paroi de $0^{mm},30$. De la surface extérieure de ce tube, le gaz se dégage dans le vide, à la température du rouge, avec l'énorme vitesse de $1017^{cc},54$ par minute et par mètre carré. Ce gaz ne troublait pas l'eau de baryte : c'était de l'hydrogène pur.

» La quantité d'hydrogène retenue par le métal à ces hautes températures peut n'être plus appréciable; mais je pense néanmoins qu'il y existe et qu'il passe au travers du métal par une sorte de cémentation rapide. Cette extrême mobilité est une singulière propriété de l'hydrogène, qui se rattache à la découverte fondamentale, par MM. H. Sainte-Claire Deville et Troost, du passage de ce gaz au travers des plaques de fer et de platine à de hautes températures. Le rapide passage du même gaz à travers une feuille mince de caoutchouc paraît plus susceptible d'une explication fondée sur des principes reconnus.

» Le caoutchouc de moins de 1 millimètre d'épaisseur, et préalablement imprégné d'hydrogène, perd entièrement son gaz par la plus courte exposi-

tion à l'air. Un tube de 2 millimètres d'épaisseur, au travers duquel on fit passer l'un après l'autre, pendant une heure, un courant d'hydrogène et d'acide carbonique, retenait :

	vol
D'hydrogène	0,0113
D'acide carbonique	0,2200

L'absorption est donc dans la proportion de 1 d'hydrogène pour 20 d'acide carbonique; mais la vitesse comparative des deux gaz à travers une feuille de caoutchouc est comme 1 d'hydrogène à $2\frac{1}{2}$ d'acide carbonique, c'est-à-dire que l'hydrogène se meut avec une rapidité huit fois plus grande que celle indiquée par la densité de sa solution. Mais les diffusibilités de ces deux gaz diffèrent entre elles comme 1 d'acide carbonique est à 4,7 d'hydrogène. Le rapide passage de l'hydrogène au travers du caoutchouc s'explique donc en partie par la rapidité avec laquelle le gaz est amené à l'une des surfaces de la feuille et enlevé à l'autre par l'effet de la diffusion gazeuse. De plus, les deux gaz passent au travers de la substance du caoutchouc en vertu de leur diffusibilité *comme liquides*. Si l'on suppose que la diffusibilité de l'hydrogène sous cette forme dépasse autant celle de l'acide carbonique que lorsque les deux substances sont à l'état gazeux, on aura alors, ce semble, une explication satisfaisante du passage rapide de l'hydrogène au travers du caoutchouc.

» La diffusion liquide influe également sur la rapide dissémination de l'hydrogène à haute température à travers un métal colloïdal mou, comme le palladium ou le platine. On sait que la diffusion liquide des sels dans l'eau est six fois plus rapide à 100 degrés qu'à zéro. Si la diffusion de l'hydrogène liquide augmente avec la température dans la même proportion, ce doit être un mouvement bien rapide à la chaleur rouge. Quoique la quantité absorbée puisse être réduite (ou le passage rétréci), il se peut aussi que l'écoulement du liquide augmente ainsi de vitesse. Tous ces phénomènes semblent compatibles avec la solution de l'hydrogène liquide dans le métal colloïdal. L'affinité dissolvante des métaux paraît se borner à l'hydrogène et à l'oxyde carbonique; ils ne sont pas pénétrés d'une manière appréciable par d'autres gaz. »

GÉOLOGIE. — *Sur les phénomènes récents du Vésuve*. Lettre de **M. de Verneuil**, communiquée par M. d'Archiac.

« Milan, 17 mai.

» Quand j'ai visité le Vésuve en avril 1865, le cratère, mesuré au pas,

pouvait avoir 700 à 800 mètres de circonférence (1). Au milieu s'élevait un cône d'environ 15 à 20 mètres de hauteur qui projetait une grande quantité de cendres et de *lapilli*. La profondeur du cratère était d'environ 60 à 70 mètres et tendait à se combler par suite d'éruptions incessantes de laves et de scories.

» En avril 1866, le cratère n'avait plus que 30 à 40 mètres; j'y descendis bien plus facilement que l'année précédente, car les éruptions de lave avaient cessé et le petit cône n'émettait plus que des gaz.

» L'éruption du 12 novembre dernier est une reprise, sur une plus grande échelle, des opérations qui avaient lieu en 1865. Les laves, plus abondantes, ont rapidement comblé le cratère dont la capacité ne suffisait plus à les contenir, et se sont déversées principalement sur les pentes nord et nord-ouest qui font face à l'Atrio del Cavallo et à Resina.

» Le petit cône intérieur, que j'avais vu grandir successivement, a pris un grand développement et est devenu le cône qui couronne aujourd'hui le Vésuve. Il n'est composé que de cendres et de blocs projetés, et présente la pente rapide que prennent, en pareil cas, les matières meubles rejetées par les volcans. J'ai eu de la peine à le gravir; mais j'y ai réussi et en ai mesuré la hauteur avec un bon baromètre Fortin que j'avais comparé à celui de l'observatoire de M. Palmieri. Il a environ 64 mètres.

» Il se termine par un cratère, au fond duquel j'ai cru distinguer, au milieu de la fumée, deux protubérances d'où sortent des vapeurs et, de temps à autre, des masses de cendres et de pierres. Celles-ci roulent au pied du cône et en élargissent la base, ce qui explique comment, malgré cette surélévation de 64 mètres, le cratère actuel paraît avoir une circonférence peu inférieure à l'ancien.

» Le point le plus élevé des bords du nouveau cratère est situé au sud-ouest, du côté de Torre del Greco; c'est celui que nous avons mesuré; c'est aussi celui dont l'ascension offre le moins de dangers, les projections de pierres ayant cessé de ce côté et ayant lieu aujourd'hui principalement du côté opposé, qui est moins élevé.

» Quelquefois le Vésuve offre au sommet deux colonnes de vapeurs, dont l'une est blanche et l'autre noire; cette dernière se trouve du côté oriental, là où des cendres, des fragments de lave et des bombes sont à chaque

(1) En juin 1867, le cratère, mesuré à la roulette par M. Mauget, avait 900 mètres. (*Comptes rendus*, t. LXV, p. 899.)

instant projetées à de grandes hauteurs (100 ou 150 mètres au-dessus de l'orifice du cratère).

» C'est aussi de ce côté qu'on voyait, le 29 avril, lors de ma première ascension, une coulée de lave de 2 mètres de largeur, qui descendait de la base du cône adventif, dont je viens de parler, vers la partie orientale de l'Atrio del Cavallo.

» En général, c'est à la base de ce cône, qui masque les bords de l'ancien cratère, qu'ont pris naissance les coulées de lave de cette année. S'épanchant principalement vers le nord, elles ont traversé l'ancien plateau, où l'année dernière on voyait encore, en un point, les laves anciennes de la Punta del Palo, et un abri en pierres fort utile aux voyageurs, puis elles se sont répandues sur les pentes nord et nord-ouest du cône principal. Sous ces laves ont disparu les pentes couvertes de cendres qui rendaient autrefois la descente jusqu'à l'Atrio del Cavallo si rapide et si facile.

» Aujourd'hui on aborde le cône du Vésuve par une ancienne bouche d'éruption appelée la *Bocca del Francese*. On peut aller à cheval jusqu'à une demi-lieue plus loin que l'observatoire de M. Palmieri. Là, sans entrer, comme autrefois, dans l'Atrio del Cavallo, on commence l'ascension, qui dure près d'une heure. La descente se fait par le même chemin au milieu des blocs roulants, ce qui la rend pénible et fatigante. Quand on montait par l'Atrio del Cavallo, après avoir gravi le cône principal, on arrivait à une espèce de plateau ondulé qui, par une pente assez douce, conduisait au cratère. J'avais remarqué, en 1865 et en 1866, que le cratère n'était pas au milieu du plateau qui formait la sommité du Vésuve, mais qu'il était tellement porté vers le sud, que, de ce côté, son bord se confondait avec le bord même du grand cône. C'est exactement la place qu'occupe aujourd'hui le cône de cendre de 64 mètres qui s'est formé cette année. Du côté de Pompeï, sa pente s'unit à la pente de la montagne entière, tandis qu'au nord il en est séparé par le plateau ondulé dont je viens de parler, mais que des coulées de lave ont rendu méconnaissable. La plus grande partie de ce plateau fort accidenté est couverte d'efflorescences blanches de sulfate de chaux, qui de loin pourraient être prises pour un léger manteau de neige. On a rarement vu autant de gypse sur le Vésuve.

» Quant aux produits gazeux de la dernière éruption qui dure encore, les proportions d'acide sulfureux, d'acide chlorhydrique et de vapeur d'eau sont très-variables d'un jour à l'autre. Lors de ma seconde ascension, le 5 mai, les vapeurs acides étaient si abondantes, qu'il m'eût été difficile de faire le tour du cratère, comme je l'avais fait huit jours auparavant, malgré les

pluies de blocs qui tombaient autour de moi. Don Diego Franco, qui s'occupe de l'étude des produits gazeux avec les encouragements de notre collègue M. Ch. Sainte-Claire Deville et de M. Palmieri, dont il est l'aide, a observé un fait intéressant : c'est que, dans la dernière éruption, toutes les fumerolles, même les plus voisines du foyer principal, ont donné de l'acide carbonique. Il a fait en notre présence l'expérience suivante. Il a introduit le gaz d'une fumerolle dans un verre rempli d'eau de chaux; l'eau s'est troublée et est devenue blanche; puis le carbonate ainsi formé a été dissous avec effervescence par l'acide chlorhydrique qu'il y a introduit. Le point où nous avons recueilli le gaz était à 12 mètres du pied du cône; il était situé au-dessus d'une des coulées principales de cette année, qui, de la base du cône adventif, s'étendait à l'ouest vers Resina. La température en était encore assez haute pour que nous y ayons pu fondre du plomb.

» Les laves de cette année ont peu d'épaisseur, car elles ont coulé sur des pentes rapides; elles sont en général très-fragmentaires, très-scoriacées, et n'ont pas ces belles formes massives arrondies ou cordées qu'on admire dans la lave de 1858, qui a rempli le Fosso-Grande. Les fentes et les parois des fumerolles sont tapissées de beaucoup de fer oligiste et de sel commun blanc et pur. Je vous ai dit que toutes les coulées de cette année sont parties des bords supérieurs de l'ancien cratère, et se sont déversées sur les pentes nord et nord-ouest du Vésuve; une seule a fait exception, et a pris naissance au milieu de la hauteur de la montagne et sur sa pente méridionale en descendant vers Bosco-tre-Case. Le point par lequel est sortie la lave n'est marqué par aucune cavité ni bouche cratériforme. Quelques blocs déplacés de lave ancienne témoignent seuls des efforts que la lave a dû faire pour arriver au jour. De cet orifice il est sorti une masse considérable de lave, une grande coulée, pointue à son origine, s'élargissant progressivement vers son extrémité; elle peut avoir 400 mètres de longueur et se voit parfaitement du sommet du Vésuve, car il y a peu de coulées de ce côté, et sa couleur noire contraste avec la teinte grise des cendres anciennes, dont les pentes méridionales sont principalement composées.

» J'aurais été curieux de connaître exactement ce que l'éruption de cette année a ajouté à l'altitude du Vésuve. M. Schiavone, directeur du Bureau topographique, s'occupe de cette question. J'ignore la part qu'il faut attribuer aux laves dans cette surélévation; mais les mesures que j'ai prises démontrent que le cône de cendre et de *lapilli* récemment formé a ajouté à lui seul 64 mètres à son ancienne hauteur.

» Il est impossible d'être mieux accueilli que je ne l'ai été par les savants de

Naples qui s'occupent du Vésuve. Dans ma première ascension, j'ai été accompagné par MM. Palmieri, directeur de l'Observatoire, Guiscardi et Diego Franco, et dans ma seconde par ce dernier et par notre collègue le professeur Gosselet. »

M. Agassiz fait hommage à l'Académie d'un ouvrage qu'il vient de publier et qui a pour titre : « Un voyage au Brésil ».

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Recherches sur le blanchiment des tissus; par* **M. J. Kolb.** (Extrait.)

(Commissaires : MM. Fremy, Decaisne, H. Sainte-Claire Deville.)

« Mes observations ont particulièrement porté sur le blanchiment des fils de lin; le Mémoire que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie comprend la première partie de ce travail, il developpe les résultats que m'a fournis l'étude du traitement du fil par les alcalis, et a pour objet de préciser la nature de la substance qui s'y dissout et porte les noms assez variés de résine, matière gommeuse, gomme-résine, matière saponifiable, etc.

» L'inspection microscopique m'a d'abord permis de constater que la matière gommeuse qui enveloppe uniformément le filament avant le rouissage disparaît après cette opération, pour faire place à des écailles inégalement disséminées et accrochées par leurs aspérités à la fibrille. Ces écailles, légèrement ambrées, se colorent davantage et se dissolvent totalement au contact des alcalis. Leur contexture amenait à supposer que le peignage doit en enlever mécaniquement une grande partie au fil; c'est un fait que le microscope et l'analyse rendent certain.

» L'analyse élémentaire du lin ne m'a rien appris; elle donne des chiffres qui devaient forcément se rapprocher de ceux de la cellulose. L'emploi des divers dissolvants usités en chimie organique m'a au contraire conduit à des conclusions certaines, par un enchaînement de faits que le cadre de cet extrait m'oblige à exposer un peu brièvement.

» Le fil après traitement par les alcalis laisse les lessives fortement colorées en brun : elles ont une certaine tendance à mousser; ce qui m'a conduit à l'idée d'une saponification et à l'essai, comme dissolvants, de l'alcool, de l'éther et des huiles essentielles. La matière colorante jaune y est complétement insoluble, et ces liquides n'enlèvent au fil qu'une matière grasse, blanche, de consistance cireuse, et une essence verte dont l'odeur pénétrante se retrouve affaiblie dans les lessives des blanchisseurs.

» Le tout ne constitue que 4,8 pour 100 du poids du fil et en forme la portion réellement saponifiable dans les alcalis caustiques : les carbonates alcalins, laissant au fil cette matière grasse, lui conservent en même temps plus de souplesse.

» Après épuisement par l'alcool, le fil bouilli, jusqu'à constance de perte de poids, dans la potasse, la soude ou l'ammoniaque affaiblies, a donné dans les trois cas une perte de poids de 22 pour 100. Le carbonate de soude a exactement le même pouvoir dissolvant, mais il agit plus lentement.

» Les lessives brunes ainsi obtenues, puis neutralisées par l'acide chlorhydrique faible, donnent un précipité brun gélatineux; mais la coloration que garde la liqueur indique que la précipitation n'est que partielle. Ni l'acide en excès ni la chaux ou la baryte ne précipitent ce qui est resté de matière colorante en dissolution. Cette portion soluble varie, du reste, suivant la dose d'alcali et surtout suivant la durée de l'ébullition; ainsi douze heures d'ébullition avec l'ammoniaque suffisent pour que les acides ne produisent plus aucun précipité.

» Le fil traité par l'eau bouillante y perd au bout d'une semaine 16 pour 100 de son poids, et 18 lorsqu'on fait intervenir la pression. La matière dissoute est acide au tournesol, elle colore à peine l'eau et possède la singulière propriété de brunir par le simple contact d'un alcali.

» Ces premiers caractères permettent difficilement d'admettre la présence d'une matière résineuse.

» Les alcalis caustiques ou carbonatés n'agissent pas comme simples dissolvants, car, en faisant bouillir avec un excès de fil des quantités dosées de carbonate de soude ou de sulfure de sodium, j'ai constaté qu'après huit heures d'ébullition il ne reste plus trace d'acide carbonique ni d'acide sulfhydrique. Les résines ne donnent pas de semblables résultats, car elles se saponifient aussi bien par les sulfures que par les oxydes alcalins.

» La chaux ne précipite pas cette substance dissoute dans les alcalis; le fil bouilli avec un lait de chaux y perd même poids que dans la soude, et il se forme une combinaison soluble de chaux contenant 48 parties de cet oxyde pour 100 parties de matière colorante; la craie même donne, quoique avec plus de lenteur, les mêmes résultats.

» Le traitement par la craie et la chaux présente ceci de particulier, que les liqueurs obtenues restent incolores et que les précipités qu'on y détermine sont blancs. Il y a néanmoins identité de matière, puisque liqueurs et précipités reprennent une couleur fauve par simple addition de soude ou d'ammoniaque.

» Nous arrivons donc, comme premières conclusions, à des caractères certains d'acidité, et à la probabilité d'un corps blanc dont la combinaison avec les alcalis provoque seule la couleur fauve qui jusqu'alors avait fait croire à une matière colorante. Cherchons maintenant la nature de cet acide.

» L'analyse élémentaire lui assigne la composition centésimale suivante :

Hydrogène	5,0
Carbone	42,8
Oxygène	52,2

» Ce résultat permettait déjà d'éliminer de mes recherches un groupe nombreux d'acides organiques. La nature gommeuse, la coloration, l'absence de cristallisation des sels alcalins, la solubilité des sels de chaux et de baryte, l'insolubilité de l'acide dans l'alcool et une foule d'autres caractères bien précisés venaient restreindre de plus en plus le cercle de mes investigations. Elles portèrent longtemps, mais inutilement, sur les matières gommeuses et sur l'acide métagummique dont la composition était assez voisine de celle que j'avais trouvée; néanmoins il y avait absence de communauté générale de réactions.

» Ainsi l'acide métagummique neutralise 3 pour 100 de son poids de chaux, tandis que 100 parties de l'acide que j'étudiais sont saturées par 48 parties de chaux. La liqueur de Fromherz, qui est sans action sur les produits gommeux, donnait au contraire ici un dépôt d'oxyde rouge cuivreux. Ce dernier caractère, qui n'est commun qu'à très peu de substances organiques, contribua pour une large part à me faire trouver dans les composés pectiques le terme de mes incertitudes.

» L'espace me manque pour rappeler dans cet extrait les beaux travaux de M. Fremy sur la pectose et ses dérivés : ce savant, en établissant des réactions si nettes et des caractères si tranchés, a rendu non-seulement toute méprise impossible, mais aussi toute constatation facile.

» Je dois ici me borner à dire que j'ai obtenu toutes les réactions, tous les chiffres de composition et tous ceux de saturation par la baryte et l'oxyde de plomb, qui caractérisent l'acide pectique et l'acide métapectique.

» La série assez longue de mes expérimentations m'amène donc aux conclusions suivantes :

» La substance gommeuse qui relie les fibres du lin n'est autre chose que de la pectose.

» Le rouissage paraît avoir pour but de déterminer la fermentation pectique, et l'acide pectique qui en résulte reste fixé sur le lin, soit mécanique-

ment, soit en partie sous forme de pectate d'ammoniaque. Les alcalis caustiques à froid forment des pectates gélatineux, qui forment une sorte d'empois autour du fil et le préservent d'une attaque complète.

» L'acide pectique étant peu énergique, les carbonates alcalins ont à froid une faible action sur le fil.

» L'ébullition, au contraire, transformant l'acide pectique en un acide énergique, l'acide métapectique, les carbonates sont alors fortement attaqués, et leur emploi devient aussi efficace que celui des alcalis caustiques. Les sulfures alcalins agissent aussi bien que les oxydes. Quant à l'affaiblissement du fil soumis à ces divers traitements, il n'est pas proportionnel à la perte de poids, il n'est pas dû au départ des produits pectiques. Le carbonate de soude, même à forte dose, n'est pas une cause d'affaiblissement du fil. Celui-ci perd, au contraire, plus de résistance par l'emploi de la soude caustique, surtout lorsque la lessive est concentrée.

» L'emploi de la chaux, même à froid, donne pour le fil une perte de résistance considérable. La plus grande cause de destruction de la solidité du fil est la durée exagérée de la digestion, particulièrement dans la soude caustique. Après avoir constaté l'existence de la pectose dans le lin non roui et de l'acide pectique dans le même lin sorti du routoir, il m'est permis d'espérer que les opinions nouvelles que je viens d'émettre pourront amener l'attention des chimistes sur la fermentation pectique, bien connue il est vrai comme un fait scientifique, mais à laquelle on ne soupçonnait pas une application industrielle d'une si haute importance. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur l'application des formules générales du mouvement permanent des liquides à l'écoulement des corps solides.* Note de **M. Tresca**, présentée par M. Morin. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Morin, Combes, de Saint-Venant.)

« D'après des expériences récentes, à l'aide desquelles il est devenu possible de reconnaître que toutes les particularités de l'écoulement des corps solides, tel que nous l'avons défini dans notre premier Mémoire sur cette question, sont physiquement les mêmes pour les liquides, nous avons été conduit à tenter un rapprochement plus complet entre les formules générales du mouvement permanent des liquides et les hypothèses qui ont servi de base, pour les solides, à nos précédents calculs.

» Dans le travail actuel, nous avons considéré un bloc prismatique donnant lieu à un écoulement par un orifice rectangulaire de même longueur

et symétriquement placé par rapport aux faces extérieures de ce bloc. Nous décomposerons, par la pensée, ce bloc en deux parties distinctes : l'une intermédiaire, que nous désignerons sous le nom de *prisme central*, par analogie avec le cylindre central de nos premières recherches; l'autre formée de deux bandes latérales d'égale longueur, représentant l'anneau extérieur ou *cylindre central* que nous avons considéré précédemment.

» Si l'on cherche à appliquer à l'écoulement des corps solides les formules générales de l'hydrodynamique, ces formules peuvent facilement exprimer les hypothèses fondamentales qui ont servi de base à notre théorie.

» Ces hypothèses se bornaient à admettre que, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur du prisme central, toute horizontale et toute verticale restaient respectivement horizontale et verticale pendant chacun des déplacements élémentaires déterminés par l'écoulement.

» Les formules générales du mouvement permanent des liquides sont, en désignant par ρ la masse de l'unité de volume, par p la pression en un point dont les coordonnées sont x et y, par u et v les vitesses horizontale et verticale en ce point,

$$(1) \qquad \frac{1}{\rho}\frac{dp}{dx} = - u\frac{du}{dx} - v\frac{du}{dy},$$

$$(2) \qquad \frac{1}{\rho}\frac{dp}{dy} = - v\frac{dv}{dy} - u\frac{dv}{dx}.$$

» L'équation qui exprime la continuité de la masse du liquide ou, dans nos hypothèses, l'invariabilité du volume total est

$$(3) \qquad \frac{du}{dx} + \frac{dv}{dy} = 0.$$

Et pour exprimer qu'à l'intérieur du prisme central la vitesse verticale de tous les points d'une même ligne horizontale est constante, il nous suffira de faire $\frac{dv}{dx} = 0$.

» On aurait de même $\frac{du}{dy} = 0$, pour exprimer que toute verticale se déplace parallèlement à elle-même.

» Ces deux conditions ramènent les formules générales à

$$(4) \qquad \frac{1}{\rho}\frac{dp}{dx} = - u\frac{du}{dx},$$

$$(5) \qquad \frac{1}{\rho}\frac{dp}{dy} = - v\frac{dv}{dy}.$$

» En différentiant l'équation (3) par rapport à x, on trouve

$$\frac{d^2 u}{dx^2} + \frac{d^2 v}{dx\,dy} = 0;$$

mais, $\frac{dv}{dx}$ étant nul, cette relation se réduit à

$$\frac{d^2 u}{dx^2} = 0,$$

ce qui conduit par intégration à

$$\frac{du}{dx} = A,$$

(6) $$u = Ax + B,$$

A et B étant des constantes à déterminer.

» L'équation (3) devient alors $\frac{dv}{dy} = -\frac{du}{dx} = -A$, et l'on a aussi

(7) $$v = -Ay + C.$$

» Pour déterminer les trois constantes engagées dans ces relations, nous devrons exprimer qu'elles doivent être satisfaites, soit pour un point quelconque de chacune des bases des bandes extérieures au prisme central, soit pour un point quelconque de la paroi extérieure du bloc.

» Pour cette dernière paroi, on doit avoir $u = 0$ pour $x = R$, ce qui donne

$$u = -A(R - x).$$

» Pour la face supérieure des bandes extérieures, la vitesse v doit être égale à la vitesse V du piston; on a alors $C = V$, et par suite

$$v = -Ay + V.$$

» Enfin, pour la face inférieure de ces mêmes bandes, on a évidemment $v = 0$ pour $y = H$, d'où $A = +\frac{V}{H}$, et par suite

(8) $$v = \frac{V}{H}(H - y),$$

(9) $$u = -\frac{V}{H}(R - x).$$

» On serait d'ailleurs arrivé très-simplement à ces relations en invoquant les conditions de proportionnalité exprimées dans notre premier Mémoire sur l'écoulement des corps solides.

» L'intégration des équations (4) et (5) donne d'ailleurs

$$\frac{1}{\rho}p = D - \frac{1}{2}(u^2 + v^2),$$

et en substituant à u et à v leurs valeurs précédentes, cette dernière relation peut se mettre sous la forme

$$(10) \qquad \frac{1}{\rho}p = D - \frac{V^2}{2H^2}[(R-x)^2 + (H-y)^2],$$

d'où il résulterait que la pression p resterait la même pour tous les points d'une circonférence ayant pour centre un point C de la base inférieure pour lequel on a $x = R$, $y = H$, cette pression p allant en diminuant à mesure que l'on s'éloigne de ce même point C.

» A l'intérieur du prisme central, nous obtiendrons successivement, en raisonnant de la même façon,

$$(6\ bis) \qquad u' = A'x + B',$$

$$(7\ bis) \qquad v' = -A'y + C'.$$

» La détermination des constantes s'obtiendrait encore en considérant les points de la face supérieure du prisme central, ceux de la section faite dans ce prisme par le plan de l'orifice, et enfin ceux du plan moyen lui-même dont la position, par raison de symétrie, est absolument invariable.

» Nous serons ainsi conduit à écrire

$$(8\ bis) \qquad v' = \frac{V}{H}\left(\frac{R}{R_1}y + H - y\right),$$

$$(9\ bis) \qquad u' = -\frac{V}{H}\frac{R-R_1}{R}x,$$

la vitesse V', correspondant à la sortie de la matière par l'orifice, étant connue par la relation

$$R_1 V' = RV,$$

qui exprime la condition de l'invariabilité du volume total et qui a permis de remplacer dans les dernières équations la vitesse V' par sa valeur en fonction de V.

» En désignant par p' la pression en un point situé dans l'intérieur du prisme central, on aurait alors, comme pour l'équation (10),

$$(10\ bis) \qquad \frac{1}{\rho}p' = D' - \frac{V^2}{2H^2}\left(\frac{R-R_1}{R_1}\right)^2\left[x^2 + \left(y + \frac{R_1 H}{R-R_1}\right)^2\right],$$

ce qui montre que la pression serait la même sur tous les points d'une cir-

conférence ayant son centre en un point A pour lequel on aurait $x = 0$, c'est-à-dire en un point du plan moyen situé à une distance $y = -H\frac{R_1}{R - R_1}$ au-dessus de la face supérieure du bloc, la pression p' diminuant, comme dans le cas précédent, à mesure que l'on s'éloigne de ce nouveau centre.

» (Il est facile de voir que la droite AC passe par l'arête supérieure du prisme central.)

» Les deux équations précédentes sont en quelque sorte contradictoires, puisqu'elles exigeraient, l'une que la pression, successivement considérée sur tous les points d'une même verticale de la surface du prisme central, allât en diminuant depuis la base inférieure jusqu'à la base supérieure du bloc, en tant que cette verticale appartiendrait à l'une des bandes extérieures, tandis qu'elle devrait aller en augmentant si cette même verticale appartenait exclusivement au prisme central.

» Cette différence de pression rend compte du déplacement du plan extérieur du prisme central, et nous sommes ainsi conduit à admettre, comme hypothèse la plus probable, que, dans l'écoulement des corps solides, c'est au contact du piston que les deux pressions p et p' se rapprochent le plus de l'égalité, ce qui conduit à faire $D = D'$ dans notre équation (10 *bis*). Il est en effet manifeste que les deux vitesses verticales sont, de toute nécessité, égales en ces points.

» En partant de ces données, il est possible d'évaluer la pression moyenne P qui devrait être exercée sur la face supérieure du bloc pour déterminer l'écoulement indiqué par les formules, car cette pression serait donnée par

$$PR = \int_{R_1}^{R} p\,dx + \int_{0}^{R_1} p'\,dx,$$

d'où, après division de tous les termes par le facteur commun R,

$$\frac{1}{\rho}P = D - \frac{v^2}{2} - \frac{V^2}{6H^2}(R - R_1)^2.$$

» Cette formule permettrait, au moyen d'une valeur de P fournie par l'expérience, de déterminer la constante D, et, par suite, de faire connaître complétement les pressions individuelles en chacun des points des bandes extérieures ou du prisme central.

» Si l'on appliquait les mêmes hypothèses quant aux déplacements successifs des horizontales et des verticales d'une masse liquide également contenue dans une enveloppe, mais soumise seulement à l'action de la pesan-

teur, on trouverait successivement

$$\frac{1}{\rho}(p_0 - p) = \frac{u'^2 + v'^2}{2} - gH,$$

et, en remplaçant successivement u' et v' par les valeurs précédemment trouvées,

$$\frac{1}{\rho}(p_0 - p) = \frac{V^2}{2H^2}\left[\left(\frac{R - R_1}{R_1}\right)^2 x^2 + \left(H + \frac{R - R_1}{R_1} y\right)^2\right] - gH.$$

» Pour les points situés sur l'arête de l'orifice, on sait que $p_0 = p$; $x = R_1$; $y = H$, et cette formule, devient par la considération de $VR = V'R_1$,

$$0 = \frac{R_1^2}{R^2}\frac{V'^2}{2H^2}\left[\left(\frac{R - R_1}{R_1}\right)^2 R_1^2 + H^2 \frac{R^2}{R_1^2}\right] - gH,$$

ce qui donne

$$V' = \sqrt{2gH}\,\frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{R - R_1}{R_1}\right)^2 \frac{R_1^2}{H^2}}}.$$

» Nous voyons ainsi comme notre formule principale est d'accord avec la formule de l'écoulement des liquides lorsqu'on cherche à déterminer spécialement la vitesse verticale à l'orifice.

» Au point de vue de l'écoulement des corps solides, les circonférences d'égale pression nous semblent d'un intérêt réel, et, d'un autre côté, les équations (10) et (10 *bis*) donnent la raison du fait principal que nous avons signalé dans notre premier Mémoire, et qui consiste en ce que l'écoulement des couches inférieures est réellement plus rapide que celui des couches supérieures. Les circonférences d'égale pression, qui sont aussi les courbes d'égale vitesse totale, expliquent complétement la forme convexe de l'extrémité de nos jets solides.

» Nous pensons que ces rapprochements, déduits des équations fondamentales, ne sont pas les seuls que l'on puisse appliquer à l'étude de l'écoulement des corps solides. Ces premières observations sont seulement destinées à établir un lien théorique plus intime entre ces phénomènes, qui sont du même ordre, même quand on considère des corps à des états différents. »

BALISTIQUE. — *Remarques sur le tir des projectiles oblongs.* Note de **M. R. Radau**, présentée par M. Morin.

(Commissaires : MM. Combes, Piobert, Morin.)

« M. Martin de Brettes a communiqué à l'Académie un résultat très-inattendu, auquel il est arrivé en comparant les angles de tir des canons

rayés avec les angles calculés pour le vide. Il s'est trouvé que, dans le tir sous les petits angles, on avait toujours employé des angles de tir plus petits que ceux qui donneraient les mêmes portées dans le vide. Il s'ensuit que les projectiles oblongs sont, en quelque sorte, soutenus par l'air et y vont plus loin que dans le vide, lorsque les trajectoires sont peu inclinées. M. Martin de Brettes attribue ce phénomène à l'existence d'une composante verticale de la résistance, qui aurait pour effet de retarder la chute.

» On admet généralement que le projectile éprouve dans son trajet une résistance tangentielle gkv^2, dont la composante horizontale $-gkv^2\cos\alpha$ représente l'accélération horizontale du projectile, pendant que la composante verticale se retranche de la pesanteur g. Or, on peut supposer que l'axe des projectiles oblongs s'incline légèrement sur la trajectoire, d'avant en arrière; dès lors, il se produit une résistance $g\varepsilon v^2$ dans le sens de la normale, qui donne une composante horizontale $g\varepsilon v^2 \sin\alpha$. Lorsque les angles de tir sont assez petits pour qu'il soit permis de prendre $\cos\alpha = 1$ et $\varepsilon \sin\alpha = 0$, on peut négliger cette composante et traiter l'équation du mouvement horizontal comme à l'ordinaire, tandis que l'équation des forces normales se complique du terme $g\varepsilon v^2$. L'équation donne, sans difficulté,

$$2kV^2\cos^2\varphi(\tang\alpha - \tang\varphi - \varepsilon g x) = 1 - \varepsilon^{2gkx},$$

et en développant

$$2V^2(\tang\alpha - g\varepsilon x) = V^2\sin 2\varphi - 2gx - 2g^2kx^2 - \ldots,$$

où V est la vitesse initiale, φ l'angle de tir, α l'inclinaison de la trajectoire au point x, y, et $\tang\alpha = \frac{dy}{dx}$. Une seconde intégration, entre les limites $y = 0$, $x = 0$ et $y = 0$, $x = X$, donne finalement

$$V^2\sin 2\varphi = g(1 - \varepsilon V^2)X + \frac{2}{3}kg^2X^2 + \frac{1}{3}k^2g^3X^3 + \ldots.$$

» Cette formule permet de déterminer la portée X par l'angle de tir φ et réciproquement, lorsque φ n'excède pas quelques degrés. Dans l'une des séries citées par M. Martin de Brettes, nous avons $V = 325$ mètres et $\varphi = 1^\circ 10'$ pour $X = 500$ mètres, $\varphi = 2^\circ 50'$ pour $X = 1000$ mètres. Cela donne approximativement $k = 0{,}000\,044$ et $\varepsilon = 0{,}000\,002\,6$, c'est-à-dire que la résistance normale s'élève à 6 pour 100 de la résistance tangentielle.

L'angle de tir peut se calculer par la formule

$$\sin 2\varphi = 0{,}067\,X + 0{,}026\,X^2 + 0{,}0057\,X^3,$$

la portée X étant donnée en kilomètres. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Fièvres typhoïdes se développant à la suite d'une intoxication lente par les gaz que dégagent les poêles de fonte. Nouvelles observations.* Note de **M. Decaisne**, présentée par M. Morin.

(Renvoi à la Commission nommée pour la question des poêles de fonte.)

« La question du chauffage par les poêles de fonte préoccupant chaque jour davantage les savants et les médecins, et devenant l'objet d'études sérieuses et persévérantes, je crois devoir donner à l'Académie le résumé des observations de fièvres typhoïdes que j'ai soignées, dans des conditions se rapprochant de celles dans lesquelles j'ai recueilli les faits dont j'ai donné communication au mois de février dernier.

» Les quarante-deux cas de fièvre typhoïde que j'ai observés dans l'espace de dix années (1855-1866) dans les communes de Mello, Cires-les-Mello, Bury, Maysel, etc. (Oise), peuvent être partagés en trois catégories : 1° les malades qui faisaient usage de poêles de fonte avec absence presque complète de ventilation ; 2° les malades qui faisaient usage de poêles de fonte avec une ventilation imparfaite ; 3° enfin les malades qui ne faisaient pas usage de poêles de fonte.

» Si la différence dans les symptômes n'est pas très-accusée entre la première et la deuxième catégorie, elle devient très-sensible entre la première et la troisième.

» ..... Il résulte du tableau comparatif de mes observations que, chez les malades faisant usage de poêles de fonte, il existait du météorisme, des soubresauts des tendons, du délire et surtout des hémorrhagies nasales et intestinales, des escarres et prédominance très-marquée des accidents ataxiques. Chez tous, la durée de la maladie et celle de la convalescence furent infiniment plus longues que chez les individus de la troisième catégorie.

» Depuis ma dernière communication à l'Académie, mon attention a été appelée sur deux passages des *Mémoires de Chirurgie militaire* de Larrey, qui font mention de faits qui viennent donner une confirmation si éclatante et si inattendue à ceux que j'ai exposés devant l'Académie, qu'il est impossible de n'en pas être frappé comme on va le voir.

« A la fin de décembre, dit Larrey, nos soldats, voulant se soustraire à la

» violence du froid qui s'était déclaré tout à coup, s'enfermèrent dans des
» chambres fortement chauffées par les poêles de fonte en usage dans le
» pays (Berlin), et plusieurs d'entre eux y furent asphyxiés. Quelques-uns
» ayant été transportés promptement à l'hôpital furent secourus à propos
» et rappelés à la vie; les autres furent victimes de ce funeste accident.... »

» L'auteur rend compte des autopsies qu'il fit alors, et énumère tous les phénomènes remarqués depuis longtemps déjà chez les asphyxiés par l'eau et les gaz pernicieux. Et après avoir décrit assez longuement le mécanisme de l'asphyxie dans ces circonstances, il ajoute :

« Lorsque l'asphyxie n'a pas eu cette terminaison funeste chez ceux
» qu'elle a frappés, elle les dispose à la fièvre putride nerveuse dont ils ne
» se rétablissent qu'après une convalescence longue et pénible. Quand la
» maladie a été portée à un haut degré, la peau se gangrène dans les points
» les plus saillants de l'habitude du corps, et il se forme des escarres plus
» ou moins étendues. » (LARREY, *Mémoires de Chirurgie militaire, Campagnes de Prusse et de Saxe*, t. III, p. 13 et suivantes.)

M. A. GOUBAUX adresse, pour le concours des prix de Médecine et de Chirurgie (fondation Montyon), des « Études sur le trou de Botal chez les animaux domestiques ». Ce Mémoire est présenté par M. Bouley.

(Renvoi à la Commission.)

M. DE BASTEROT adresse quelques nouveaux documents, relatifs aux fahluns des environs de Bordeaux.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. GALIBERT adresse quelques détails sur les nouvelles modifications qui ont été apportées par lui à son appareil respiratoire, et qui permettent de séjourner pendant un temps plus long dans les milieux irrespirables.

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

M. H. MEYER adresse, de Charleston, les solutions de problèmes indéterminés du troisième degré.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. J. PELLIZZARI adresse, pour le concours des prix de Médecine et de

Chirurgie (fondation Montyon), un « Mémoire sur un remède contre le somnambulisme ».

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

M. **Cazenave** adresse, pour le concours du legs Bréant, un ouvrage intitulé : « Pathologie générale des maladies de la peau » et joint à cet envoi une indication manuscrite des points qu'il considère comme nouveaux dans cet ouvrage.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. W. **Jenkins** adresse une Note concernant le choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. **Fouché** adresse un Mémoire manuscrit, relatif au choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

CORRESPONDANCE.

M. **le Ministre de l'Instruction publique** invite l'Académie à vouloir bien procéder à la nomination de deux candidats, qui doivent lui être présentés par elle, pour la chaire d'anatomie comparée du Muséum d'Histoire naturelle, laissée vacante par le décès de *M. Serres*.

Cette Lettre sera transmise à la Section d'Anatomie, qui sera chargée de préparer une liste de candidats.

M. **le Ministre de la Guerre** prie l'Académie de vouloir bien lui faire parvenir les documents relatifs à l'observation des phénomènes produits par la foudre sur les bâtiments de l'Artillerie, qui ont été communiqués par son Département à la Commission des paratonnerres.

Cette Lettre sera transmise à la Commission des paratonnerres.

M. **le Ministre de l'Instruction publique** autorise l'Académie à prélever, sur les reliquats disponibles des fonds Montyon, une somme destinée à couvrir les frais des expériences faites par la Commission qui a été nommée pour la question des poêles de fonte.

Cette Lettre sera transmise à la Commission administrative.

M. LE MINISTRE DE LA MARINE remercie l'Académie, pour l'envoi qu'elle doit faire à la bibliothèque de son Département, des « Mémoires de l'Académie » et des « Mémoires des Savants étrangers ».

MM. BÉHIER, GUYON, TARDIEU prient l'Académie de vouloir bien les comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante dans la Section de Médecine et de Chirurgie, par le décès de *M. Serres*.

Ces Lettres seront transmises à la Section de Médecine et de Chirurgie.

L'Académie reçoit des Lettres de remercîments de M. BERTHELOT, pour le prix Jecker qui lui a été décerné dans la dernière séance publique; de M. MARCHAND, pour le prix de Statistique; de M. DE BARY, pour le prix Desmazières; de M. LEGROS, pour le prix Godard; de M. SCHULTZE et de M. FOISSAC, pour les Mentions qu'ils ont obtenues.

L'AMIRAUTÉ ANGLAISE adresse, pour la bibliothèque de l'Institut, les cartes, plans et volumes qu'elle a publiés en 1867.

M. LE SECRÉTAIRE PERPÉTUEL signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un ouvrage de *M. Durand-Fardel*, ayant pour titre : « Traité pratique des maladies chroniques »;

2° Une brochure de *M. Moigno*, intitulée : « Physique moléculaire, ses conquêtes, ses phénomènes et ses applications »;

3° Un ouvrage de *M. A.-A. Vial*, ayant pour titre : « Traité d'hippologie ».

4° Une brochure de *M. E. Vial* intitulée : « Fabrication industrielle de l'hydrogène, comme gaz d'éclairage et de chauffage ».

ACOUSTIQUE. — *Note sur l'harmonica chimique; par* M. A. TERQUEM.

« La production du son dans l'harmonica chimique, malgré les nombreux travaux faits sur ce sujet, n'a pas encore reçu d'explication satisfaisante. La théorie la plus plausible est celle qui a été donnée, il y a plus de dix ans, par le professeur Schrötter, de Vienne. D'après lui, le courant d'air, provoqué dans le tube résonnateur par la combustion du gaz, entraîne ce dernier et détermine un écoulement plus rapide hors du tube de dégagement. Il en résulte une diminution de pression dans l'appareil producteur du gaz, et, par suite, ce dernier est refoulé dans le tube abducteur

pendant quelques instants, jusqu'à ce que le gaz continuant à arriver à l'orifice rétablisse la pression primitive et s'échappe de nouveau. L'action du courant d'air qui entoure la flamme sur cette dernière et sur ses oscillations ne saurait être niée; toutefois Schrötter a laissé de côté, dans son explication, deux points fondamentaux; il a négligé de tenir compte : 1° du fait même de la combustion; 2° de l'influence des dimensions du tube résonnateur et des variations de pression qui s'y produisent; d'après sa théorie, tout gaz, même non combustible, amené par un tube effilé dans un tube plus large, où existe un courant d'air ascendant, devrait produire un son.

» J'ai constaté, au contraire, que, si dans l'harmonica chimique on remplace l'hydrogène par de l'acide carbonique, et que l'on provoque un courant d'air ascendant à l'aide d'une petite lampe à alcool, il ne se produit aucun son; un mélange d'hydrogène et d'acide carbonique ne produit rien non plus, tant que le mélange n'est pas enflammé; dès que la combustion a lieu, le son se produit. Donc, la combustion du gaz, en dehors du courant d'air ascendant qu'il provoque, est une condition fondamentale de la production du son.

» L'air du tube résonnateur, en outre, subit des variations de pression par suite du mouvement vibratoire de l'air qu'il contient : quelle relation existe-t-il entre ces dernières et les vibrations de la flamme? Pour la déterminer, j'ai employé l'appareil suivant : une virole de cuivre, de 2 à 3 centimètres de diamètre, et de 6 à 7 centimètres de haut, porte latéralement une petite capsule manométrique, analogue à celles qu'a imaginées M. Kœnig pour faire voir à l'aide des flammes les mouvements vibratoires des colonnes gazeuses. Cette capsule est fermée du côté de la virole par une membrane; du côté extérieur, elle porte deux tubes : l'un sert à y amener du gaz d'éclairage; l'autre sert de bec pour l'allumer. Cette virole est placée entre deux tubes de verre égaux, qui y sont mastiqués et qui ont environ 50 à 60 centimètres de hauteur chacun. Un tube de dégagement, effilé à son extrémité, pénètre dans cet ensemble de tubes, dépasse un peu la virole de cuivre et sert à mener le gaz combustible. On peut ainsi avoir deux flammes à la fois, l'une intérieure, l'autre extérieure au tube de l'harmonica, et comparer leurs mouvements vibratoires.

» Pour cela, entre les deux flammes, se trouve placé un petit miroir de verre platiné, transparent, qui permet de voir la flamme extérieure par réflexion et la flamme intérieure par transparence; le miroir est réglé de telle sorte que l'image d'une des flammes coïncide exactement avec l'autre,

ou du moins se trouve sur la même verticale; car il est plus avantageux de placer la flamme intérieure un peu au-dessus de la flamme extérieure (1). Puis on regarde cette double flamme dans un miroir tournant, en tenant la flamme extérieure cachée à l'aide d'un petit écran. Les vibrations des deux flammes sont décomposées par le miroir tournant, et l'on constate facilement que leurs mouvements vibratoires sont en discordance. Les mouvements de la flamme extérieure sont dus simplement aux variations de pression que subit l'air du tube résonnateur; elle descend quand l'air se dilate, et monte, au contraire, quand l'air se trouve comprimé; elle est mise en vibration par l'intermédiaire de la membrane qui forme une partie des parois du tube. Puisque les mouvements des deux flammes sont en discordance, il en résulte que la flamme intérieure s'allonge tout le temps pendant lequel la pression dans le tube résonnateur est moindre que la pression atmosphérique, et, au contraire, descend pendant la période de condensation.

» On explique ainsi ce fait, découvert par le professeur Sondhaus, que, pour produire un des harmoniques du tube résonnateur, il faut que l'extrémité du tube de dégagement soit dans le voisinage d'un des nœuds correspondant à cet harmonique. On peut donc admettre que, en général, trois phénomènes successifs concourent à la production du son dans l'harmonica chimique :

» 1° Le courant d'air ascendant, ainsi que le supposait Schrötter tend à produire des alternatives dans la grandeur de la flamme sans aucune régularité, comme il arrive quand on souffle sur une flamme;

» 2° Cette flamme, en brûlant avec des alternatives, détermine une certaine périodicité dans l'entrée de l'air à la partie inférieure du tube résonnateur; de là production de vibrations, qui, en se réfléchissant aux deux extrémités du tube, donnent naissance à des ondes fixes, correspondant aux dimensions du tube, à la nature et à la température du gaz qui y est enfermé;

» 3° Les vibrations produites dans le tube réagissent sur la flamme, de manière à mettre ses vibrations d'accord avec les variations de pression dans l'intérieur du tube résonnateur.

» La cause véritable qui produit le son est évidemment l'entrée périodique de l'air à la partie inférieure du tube, provoquée par les alternances

(1) M. Zock a employé une méthode analogue pour étudier l'interférence de deux mouvements vibratoires (*Annales de Poggendorff*, 1865).

de la flamme ; on trouve ici une grande analogie entre l'harmonica chimique et les tuyaux à embouchure de flûte, analogie que je me propose de démontrer par d'autres expériences que je poursuis en ce moment.

» Relativement à la forme de la flamme, trois cas peuvent se présenter :

» 1° Si la flamme est assez longue, et que le courant d'air soit peu intense, le mouvement vibratoire ne s'étend pas jusqu'à la base de la flamme ; examinée au miroir tournant, elle présente l'apparence d'une courbe sinusoïdale continue ;

» 2° Si le courant d'air et, par suite, le mouvement vibratoire sont plus intenses, la flamme vibre dans toute son étendue et peut même complétement s'éteindre ; on voit alors, dans le miroir tournant, des flammes complétement isolées les unes des autres ; le gaz se rallume de lui-même, à cause de la haute température qui règne auprès du bec ;

» 3° Si le mouvement vibratoire devient encore plus intense, on observe dans le tube de dégagement une petite flamme renversée, qui alterne avec la flamme extérieure, vue dans le miroir tournant ; c'est ce phénomène, presque exceptionnel, qui avait été le point de départ de la théorie proposée par Schrötter ; on ne peut guère l'observer que quand on emploie de l'hydrogène. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *De la composition du mélange gazeux servant à la lumière oxyhydrique et d'une nouvelle matière remplaçant la magnésie ;* par **M. H. Caron.**

« La magnésie obtenue sous forme de crayon, soit par compression, soit par le procédé humide, en suivant les indications que j'ai données dans mes dernières communications (1), ne peut résister indéfiniment à la chaleur intense qui est produite par la combustion du gaz de l'éclairage mélangé d'oxygène. Il serait même bien difficile de s'en servir avec l'hydrogène pur et l'oxygène, qui donnent lieu à une température plus élevée et par suite à une corrosion plus rapide. Cette usure, cette volatilisation de la magnésie, ne seraient-elles pas dues à une formation de magnésium réduit et sublimé (2) se réoxydant ensuite sous l'influence des produits de la combustion ? Telle est la question que je me suis posée. On sait, en effet, par

(1) *Comptes rendus,* t. LXVI, p. 839 et 850.

(2) Nous avons démontré autrefois, M. H. Sainte-Claire Deville et moi, que le magnésium peut se sublimer facilement ; c'est aujourd'hui le procédé le plus employé pour purifier ce métal.

les expériences de M. H. Sainte-Claire Deville (1), que l'oxyde de zinc soumis, au rouge intense, à un faible courant d'hydrogène semble se transporter, et vient cristalliser plus loin dans les parties moins chaudes de l'appareil; et cependant à cette température l'oxyde de zinc n'est pas volatil. J'avais d'ailleurs quelque raison de croire, d'après certains faits cités plus loin, que le mélange gazeux nécessaire pour obtenir la lumière la plus grande devait toujours contenir un excès de gaz combustible et réducteur. Je pouvais m'en assurer de deux manières : la première consistait à mesurer, au moyen de compteurs, les volumes respectifs des gaz consommés, et à voir si un volume d'oxygène correspondait exactement à deux volumes d'hydrogène pur; mais en employant ce dernier gaz, si difficile à conserver dans les appareils, il m'était impossible, avec les moyens dont je dispose, de me mettre à l'abri de fuites, peu importantes il est vrai, mais suffisantes pour infirmer le résultat de mes calculs. J'ai préféré opérer en vase clos, et analyser les produits de la combustion correspondant au maximum de lumière. Pour y arriver, j'ai introduit l'extrémité de la lampe, armée de son crayon de magnésie et allumée, dans un ballon de verre (le col en bas), de manière que la partie lumineuse fût au centre; un bouchon, fermant hermétiquement l'ouverture, était muni d'un tube destiné à l'écoulement des produits de la combustion. J'ai réglé alors, au moyen de robinets extérieurs, la proportion des deux gaz de façon à obtenir la plus grande lumière possible dans ces conditions. En opérant ainsi, j'ai toujours recueilli, par le tube de dégagement, de l'eau et de l'hydrogène, avec des traces d'azote venant sans doute de l'hydrogène et de l'oxygène qui n'en étaient pas complétement exempts (2). D'après cela, il semble démontré que la plus grande somme de lumière correspond toujours à un excès d'hydrogène.

» D'un autre côté, lorsqu'on expose à ces températures élevées, et dans les mêmes conditions de composition de gaz, des matières oxydées au maximum, mais susceptibles d'être réduites au minimum par l'hydrogène, on est certain de trouver, après l'extinction, la partie du crayon qui était exposée à la flamme transformée en oxyde inférieur. C'est à ce fait que je faisais allusion en commençant. Ainsi, par exemple, l'acide titanique chauffé dans l'oxygène à la plus haute température, ne fond pas; mais soumis directement à

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XLIII, p. 477.

(2) Lorsqu'on se sert de l'hydrogène obtenu avec le zinc et l'acide chlorhydrique du commerce, on voit le ballon se tapisser de cristaux d'acide arsénieux et la partie qui se trouve au-dessus du bec se recouvrir d'une couche brune d'arsenic métallique.

la flamme de la lampe (contenant un excès d'hydrogène), il fond immédiatement, et, de jaune qu'il était, devient bleu et souvent noir. On remarque en outre un phénomène très-curieux : en réglant les gaz de façon à obtenir le maximum de lumière, il se produit un jaillissement d'étincelles, partant du crayon, semblable à celui du fer brûlé dans l'oxygène. C'est vraisemblablement l'acide titanique, réduit d'abord, qui se réoxyde ensuite au milieu de l'air ou de la vapeur d'eau. Le jaillissement s'arrête immédiatement lorsqu'on augmente un peu la dépense d'oxygène.

» Les acides tungstique, niobique et tantalique possèdent également cette fusibilité; elle est même portée à un plus haut degré, car, chauffés au blanc dans un creuset de platine au moyen du chalumeau Schlœsing, ils fondent toujours si la flamme contient un excès d'hydrogène. Ils cristallisent en refroidissant et prennent alors une teinte particulière, indiquant un mélange d'oxyde au maximum et d'oxyde au minimum. Les titanates, tungstates, etc., à base de magnésie fondent également et deviennent noirs dans la flamme oxyhydrique; tous ces corps sont donc impropres à l'éclairage. Dans l'espérance de rencontrer une substance absolument fixe, j'ai essayé beaucoup d'autres matières; je vais les passer rapidement en revue.

» On sait que la silice, l'alumine, etc., les terres réfractaires, fondent et donnent peu de lumière. La glucyne ne fond pas, elle est au moins aussi éclairante que la magnésie, mais elle est encore plus volatile que ce corps et cristallise avec la même facilité. Les oxydes de chrome, de cérium, de lanthane, fondent légèrement et sont tous plus ou moins volatils; la couleur de leurs cristaux indique toujours une réduction lorsqu'il y a un oxyde inférieur capable d'être formé.

» J'ai essayé également le silicate de zircone, dont je connaissais l'infusibilité; mais, comme je m'y attendais, les zircons pulvérisés et agglomérés ont donné très-peu de lumière (ce qui arrive en général avec les silicates). Il me restait à employer la zircone. D'après Berzélius, cette terre a la propriété d'être infusible et de briller d'un éclat éblouissant à la flamme du chalumeau. C'est en effet ce que j'ai trouvé, et de plus elle ne me semble pas volatile lorsqu'on la soumet à la chaleur de la flamme oxyhydrique. J'emploie journellement depuis plus d'un mois le même crayon de zircone, que je chauffe sur un angle vif, et je n'ai pu trouver encore aucune trace d'usure, de volatilisation ou de réduction partielle; ce fait est très-important, car, avec un jet de gaz aussi faible que celui de la lampe dont je me sers, la partie de la flamme qui donne la lumière est très-restreinte, et il est nécessaire que la matière incandescente reste toujours à la même distance du bec; à mesure que le

crayon s'use, cette distance augmente et la lumière diminue de plus en plus.

» L'emploi de la zircone me paraît donc devoir amener dans la production de la lumière oxyhydrique une amélioration notable, car, outre cette qualité précieuse d'être inusable, elle possède encore des propriétés lumineuses supérieures à celle de la magnésie (dans la proportion approchée de 6 à 5). La zircone, il est vrai, est infiniment plus rare dans la nature que la magnésie, mais elle se trouve dans beaucoup de sables volcaniques et surtout en grande abondance dans des roches zirconiennes, près de Miask, aux environs de l'Ilmensec, au pied de l'Oural (1).

» J'ai d'ailleurs trouvé un moyen bien simple d'économiser la matière : je ne mets de zircone qu'à la partie du crayon exposée à la flamme; le reste peut être fait en magnésie ou même en terre réfractaire. La compression soude la zircone à l'autre matière, et la cuisson ajoute encore à la solidité de cette soudure.

» Les procédés que j'ai donnés pour la fabrication des crayons de magnésie réussissent également bien avec la zircone. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage de l'acide phosphorique par la transformation des phosphates en phosphures de fer.* Note de **M. Th. Schlœsing**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Dans une Note présentée à l'Académie, le 22 août 1864, j'ai décrit succinctement un procédé pour doser l'acide phosphorique, consistant à réduire par l'oxyde de carbone, à une haute température, les phosphates mis en contact avec la silice, et à recueillir le phosphore dégagé sur du cuivre ou dans une dissolution de nitrate d'argent. Ce procédé cesse de donner des résultats exacts lorsque les phosphates contiennent de l'oxyde de fer : celui-ci se transforme en effet en phosphure, et occasionne une perte de phosphore proportionnée à son poids. Dans l'espoir de généraliser ma méthode et de pouvoir l'appliquer à l'analyse des engrais, des cendres de végétaux, des sols, j'ai longtemps cherché, mais en vain, un moyen simple d'éliminer le fer. Obligé d'accepter sa présence, j'ai eu la pensée d'en faire un auxiliaire et de le charger du rôle d'agent séparateur. D'anciens essais m'avaient appris que les phosphates alcalins et terreux, chauffés à blanc dans un creuset de charbon avec des proportions convenables

---

(1) Les zircons que j'ai employés pour mes expériences proviennent de cette localité; je les dois à l'obligeance de M. H. Sainte-Claire Deville.

de silice et de fer, cèdent au métal la totalité de leur phosphore. La transformation des phosphates étant obtenue par cette opération préliminaire, il me restait à extraire le phosphore de sa combinaison avec le fer.

» Le problème n'est pas aussi simple qu'il le paraît d'abord : dans la plupart des cas le phosphore demeure, au moins en partie, disséminé dans les silicates, et ne saurait en être séparé mécaniquement sans déchet. On ne peut, d'ailleurs, traiter le mélange par l'eau régale, comme s'il s'agissait d'analyser un phosphure pur; l'acide, attaquant les silicates, rendrait à l'acide phosphorique les mêmes bases que la première opération aurait dès lors inutilement éliminées. Il me fallait un autre agent capable de séparer le phosphore du fer, mais n'ayant aucune action sur les silicates : le chlore gazeux remplit cette double condition.

» On sait que le chlore sec, passant à une température assez modérée sur du fer contenant du phosphore et d'autres métalloïdes, l'arsenic, le soufre, le silicium, transforme tous ces corps en chlorures. Le chlorure de fer est moins volatil que les autres, mais la différence n'est pas suffisante pour permettre une séparation exacte; pour le phosphore, la difficulté est augmentée par la formation d'une combinaison entre son chlorure et celui du fer. Je suis parvenu à détruire cette combinaison et à augmenter beaucoup, en même temps, la différence de volatilité entre les deux chlorures par un artifice très-simple: je fais intervenir du chlorure de potassium, qui s'empare du chlorure de fer et le fixe si bien, à la température de l'expérience, que le chlorure de phosphore se dégage en totalité, absolument pur de chlorure métallique. Ce que je dis ici du phosphore s'étend au soufre, au silicium, à l'arsenic. J'opère de la manière suivante :

» J'emploie un tube de verre vert, façonné à la lampe d'émailleur, de manière à présenter d'abord une partie A de 30 centimètres de long, qui sera placée sur une grille horizontale et où se feront les réactions; puis une partie étirée de 15 centimètres environ, inclinée en contre-bas, après laquelle le tube reprend son horizontalité et son diamètre, sur une longueur de 10 centimètres. Il forme ainsi une sorte d'ampoule B terminée par une pointe redressée, qui est destinée à condenser le chlorure de phosphore. Au fond de la partie A je place un tampon d'amiante, sur lequel je verse du chlorure de potassium pur, décrépité et grossièrement pilé. Ce chlorure occupe une longueur de 12 à 15 centimètres : il est maintenu par un second tampon d'amiante très-petit; j'introduis à la suite une nacelle de porcelaine contenant le phosphure en fragments et un dernier tampon d'amiante; enfin j'adapte un bouchon portant un bout de petit tube. Dans

l'ampoule B je verse quelques centimètres cubes d'eau, et je la relie avec un tube vertical plein de fragments de porcelaine humides, où s'arrêteront les vapeurs phosphoriques non condensées en B. Après ce tube vient un petit flacon laveur, témoin du courant de chlore.

» Après avoir chauffé le chlorure de potassium et chassé toute trace d'humidité en A par un courant d'air sec, je fais arriver le chlore, mais je ne chauffe la nacelle qu'après le balayage de l'air. Dès que la réaction commence, un liquide rouge se condense autour de la nacelle et se répand dans le chlorure de potassium. Celui-ci doit être porté, seulement dans le voisinage de la nacelle, à une température assez élevée pour faire fondre le chlorure double; sans cela, le tube pourrait s'obstruer. Vers la fin de l'opération, on chauffe un peu plus, sans toutefois atteindre le rouge sombre, car à ce degré de chaleur le perchlorure de phosphore échange son chlore contre l'oxygène de la silice du verre et forme des phosphates Le perchlorure de phosphore se condense à l'issue du tube A; on le chasse dans l'ampoule en chauffant doucement le verre. L'analyse est finie lorsqu'on n'aperçoit plus la moindre condensation.

» Il convient de maintenir un excès constant, mais faible, de chlore: il faut donc être bien maître de sa production; aussi ai-je remplacé l'appareil à chlore ordinaire par un couple de ces flacons tubulés en usage pour la préparation de l'hydrogène, de l'acide carbonique, etc., qui permettent de commander le dégagement du gaz par un robinet.

» Pous doser l'acide phosphorique condensé dans l'ampoule avec de l'acide chlorhydrique, on coupe le verre dans sa partie étirée, on fait couler le liquide dans une capsule de porcelaine où l'on réunit les lavages du tube à porcelaine et de l'ampoule, on y ajoute de l'acide nitrique et on évapore. L'acide chlorhydrique, décomposé vers la fin de l'opération, est éliminé sans projection; il ne reste plus alors qu'à doser de l'acide phosphorique libre en présence de l'acide nitrique, ce que je fais au moyen du nitrate d'argent.

» Voici des exemples d'analyse qui montrent l'exactitude du procédé ci-dessus décrit. J'ai d'abord analysé, par les méthodes connues, du phosphure de fer :

	I.		II.	
	mg		mg	
Phosphure employé	401,25		330,25	
Phosphate d'argent	1284,00		1060,50	
D'où phosphore	95,03	23,68	78,59	23,70
Fer	304,50	75,88	250,80	75,93
Charbon		0,30		0,30
		99,86		99,93

Moyenne du taux pour 100 de phosphore 23,7

» J'ai ensuite analysé divers poids de ce phosphure par mon procédé :

	I.	II.	III.
	mg	mg	mg
Phosphure	365,5	317,60	299,0
Contenant phosphore	86,6	75,24	70,9
Phosphate d'argent trouvé	1160,5	1007,00	957,0
Contenant phosphore	85,9	74,50	70,8

» J'ai analysé aussi des phosphures plus pauvres, de composition connue, obtenus en fondant du fer pur avec des poids déterminés du phosphure précédent :

	I.	II.	III.
	mg	mg	mg
Phosphure	197,5	202	14
Fer pur	1000,0	2000	2000
	1197,5	2202	2014
Taux du phosphore	0,0392	0,0217	0,0016
On opère sur	1173,00 mg	On opère sur la totalité.	On opère sur la totalité.
		mg	mg
Phosphore calculé	45,74	47,9	3,32
Phosphore trouvé	45,70	47,5	3,50

» Ces phosphures pauvres avaient été fondus dans des creusets de charbon, et le fer s'était changé en fonte; aussi ma nacelle contenait-elle, après l'analyse, du charbon souillé seulement de quelques milligrammes d'oxyde de fer. J'ai pu constater qu'il n'y avait pas de traces sensibles de charbon entraîné par le chlore ou les chlorures volatils. Il ressort de là que le chlore gazeux, employé dans les conditions de mes expériences, doit donner des résultats exacts quand il est appliqué à l'analyse des fontes, des aciers, des fers, tant pour le charbon que pour le phosphore, et sans doute aussi pour le silicium, l'arsenic, le soufre. Je reviendrai sur ce sujet.

» Dans une prochaine Note, je parlerai de la transformation en phosphures de fer des phosphates alcalins et terreux contenant du fer. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Recherches sur la combustion de la houille*. Note de **M. A. Scheurer-Kestner**, présentée par M. Balard.

« Ces recherches, qui ont pour but l'étude physico-chimique de la combustion de la houille, sont divisées en trois parties : 1° étude chimique des gaz provenant de la combustion de la houille; dosage des gaz combustibles et du noir de fumée; 2° études calorimétriques; chaleur de combustion de la houille; relation entre la composition chimique et le pouvoir calorifique; 3° calculs et données pratiques; étude de la distribution du calorique dans le chauffage des générateurs à vapeur.

» Mes recherches ont porté principalement sur la houille de Ronchamp, renfermant en nombre ronds :

Carbone	70,0
Cendres	21,0
Hydrogène	4,0
Oxygène	4,0
Azote	1,0
	100,0

» Les analyses des gaz de la combustion qui ont été publiées jusqu'à présent ont porté sur des échantillons qui ne représentaient pas une moyenne; je me suis attaché, au contraire, à n'opérer que sur des gaz puisés de telle façon que l'échantillon analysé représentât la moyenne des produits gazeux dégagés par quelques centaines de kilogrammes de houille.

» Des appareils spéciaux construits *ad hoc*, que le défaut d'espace m'empêche de décrire en détail, m'ont permis d'atteindre ce résultat.

» L'échantillon moyen était recueilli dans un gazomètre à mercure de 3 litres de capacité.

» L'analyse a été faite à la fois par la méthode des volumes et celle des pesées (système d'Ebelmen); seulement j'ai dû renoncer à la méthode employée par Ebelmen pour le dosage de l'oxygène, cette méthode ne donnant pas de résultats exacts lorsque les gaz analysés renferment des gaz combustibles autres que de l'oxyde de carbone et de l'hydrogène.

» L'aspiration du gaz a eu lieu au moyen d'un tube de platine fendu sur une longueur de 75 centimètres; elle était assez puissante pour maintenir dans l'intérieur du tube une dépression de quelques millimètres de mercure et aspirer le gaz sur toute la longueur de la rainure.

« Généralement, je puisais environ $\frac{1}{1000}$ du volume total des gaz passant

dans la cheminée. Le gazomètre à mercure puisait à son tour sur le courant de gaz aspiré $\frac{1}{250}$ à $\frac{1}{500}$ de son volume, de sorte que celui-ci renfermait comme échantillon moyen environ $\frac{1}{500000}$ des gaz totaux de la combustion.

» Le carbone provenant des gaz combustibles a été exprimé tantôt en oxyde de carbone (lorsque l'oxyde de carbone seul a été dosé), tantôt en vapeur de carbone (données de l'analyse par pesées), tantôt en oxyde et vapeur (lorsque les deux méthodes ont été employées); l'hydrogène a été compté comme hydrogène libre.

PREMIÈRE SÉRIE D'EXPÉRIENCES *où l'oxyde de carbone seul a été dosé.*

Nos de l'essai.	AIR, en excès.	COMPOSITION DES GAZ en centièmes.				CARBONE à l'état d'oxyde.		OBSERVATIONS.
		Azote.	Acide carbonique.	Oxyde de carbone.	Oxygène.	Par kilogr. de houille.	En centièmes sur la totalité.	
3	13,42	82,21	14,03	0,94	2,82	43^{gr},3	6,19	Environ 0^{k},450 de houille par heure et par décimètre carré de grille
1	23,04	81,25	13,08	0,83	4,84	41,5	5,85 p. 100	Id.
2	54,37	80,44	7,73	0,41	11,42	34,8	4,97 p. 100	Id.

DEUXIÈME SÉRIE D'EXPÉRIENCES *où la vapeur totale de carbone a été dosée, ainsi que l'hydrogène.*

Nos d'ordre de l'analyse.	AIR en excès p. 100.	COMPOSITION DES GAZ en centièmes.					PAR KILOGR. DE HOUILLE				OBSERVATIONS.
							CARBONE.		HYDROGÈNE.		
		Azote.	Acide carbonique.	Vapeur de carbone	Hydrogène.	Oxygène.	Total.	Centièmes.	Total.	Centièmes.	
6	25,09	79,92	13,46	0,52	1,08	5,27	53,6	7,65	8^{gr},72	21,7	Houille maintenue basse sur la grille.
4	26,32	78,75	13,80	0,86	1,06	5,53	87,0	12,4	8,36	20,7	Houille très-épaisse sur la grille.
5	51,42	79,88	8,62	0,14	0,53	10,83	22,5	3,21	7,1	17,7	0^{k},450 de houille par heure et par décimètre carré de grille.

Troisième série d'expériences *où l'analyse des gaz a été complète et la houille pesée pour chaque charge.*

Nos d'ordre de l'analyse.	Air en excès p. 100.	Composition des gaz en centièmes.			Gaz combustibles.			Par kilogramme de houille. Carbone à l'état d'oxyde.		Carbone à l'état d'hydrocarbure		Carbone total.		Hydrogène.		Houille consommée par heure et par décimètre carré de grille.	Température maxima des gaz à leur sortie.	Quantités de houille par charge	Fréquence des charges.
		Azote.	Acide carbonique.	Oxygène.	Oxyde de carbone.	Vapeur de carbone.	Hydrogène.	Quantités.	Centièmes du carbone.	Quantités.	Centièmes du carbone.	Quantités.	Centièmes du carbone.	Quantités.	Centièmes de l'hydrogène.				
12	6,66	80,38	14,87	1,41	0,84	1,15	1,35	gr 36,3	5,1	gr 90,3	13,7	gr 133,6	18,8	gr 9,5	23,7	kil 0,400	119°	kil 7	Toutes les 5 minutes.
11	10,47	80,00	14,16	2,18	0,97	0,98	1,11	42,4	6,05	87,7	12,5	130,1	18,55	7,4	18,5	0,470	128	14	» 8 »
9	13,32	80,66	14,63	2,80	0,86	0,49	0,56	38,6	5,5	44,9	6,4	83,5	11,9	4,2	10,5(?)	0,470	126	7	» 3 »
13	17,61	81,52	13,34	3,77	?	0,46	0,91	?	?	?	?	48,1	6,8	7,8	19,5	0,400	135	7	» 5 »
14	20,94	80,23	13,43	4,42	0,24	0,32	1,41	12,4	1,7	32,1	4,6	44,5	6,3	9,6	24,5	0,400	?	14	» 10 »
8	26,18	80,34	12,89	5,53	?	0,28	0,96	?	?	?	?	32,5	4,64	8,9	22,3	0,230	93,2	7	» 8 »
10	42,84	79,76	10,87	8,99	?	0,19	0,19	?	?	?	?	26,7	3,10	2,2	6,3	0,925	156	7	» 2 »
7	53,78	79,86	8,23	11,35	?	0,04	0,52	?	?	?	?	6,75	0,9	7,2	18,1	0,166	94	6	» 10 »

» Le noir de fumée a été dosé de la manière suivante : un volume mesuré des produits gazeux de la combustion (50 à 100 litres) a été aspiré par un tube de verre rempli d'amiante : l'amiante retenait complétement le noir de fumée.

» Le tube, porté au rouge, a été balayé par un courant d'oxygène, et l'acide carbonique formé recueilli par la pesée dans un tube à potasse.

» Deux expériences ont été faites de cette manière : la première sur les produits gazeux de la combustion avec grand excès d'air, et la seconde sur ceux d'une combustion avec peu d'air en excès.

» Le noir de fumée recueilli dans la première expérience correspondait à 0,33 pour 100 du carbone renfermé dans la houille, celui de la seconde expérience à 0,72 pour 100.

» Il en résulte que, pour la houille de Ronchamp, la perte en noir de fumée est insignifiante. Je ne peux pas encore me prononcer sur d'autres qualités de houille; mais il est permis de croire, après ces premières expériences, que la perte éprouvée par le dégagement de carbone à l'état de fumée est beaucoup moins considérable qu'on ne l'a dit, et qu'il est peu probable que des foyers fumivores puissent apporter une économie sous ce rapport.

» Il résulte des analyses des gaz que, lorsque l'alimentation d'air est insuffisante, c'est-à-dire lorsque les gaz brûlés ne renferment que 6 à 10 pour 100 d'air en excès, la perte du carbone à l'état de gaz combustible représente environ 20 centièmes du carbone de la houille consumée, et que cette perte diminue considérablement lorsque les gaz brûlés renferment de 20 à 50 pour 100 d'air en excès, au point de se trouver réduite à 4 ou 5 centièmes.

» La perte de l'hydrogène est plus considérable; elle oscille entre 10 et 20 pour 100 de l'hydrogène renfermé dans la houille et dépend moins de l'alimentation d'air; en effet, le dégagement de l'hydrogène a lieu par distillation, au moment de la charge.

» Les produits gazeux de la combustion renferment, comme on voit, outre des hydro-carbures, de l'oxyde de carbone.

» J'ai constaté la présence de l'acétylène dans les gaz qui proviennent des combustions faites avec peu d'air, suivant les prévisions de M. Berthelot; mais à côté de l'acétylène se rencontrent encore d'autres hydrocarbures.

» Ce travail paraîtra *in extenso* dans les *Bulletins de la Société industrielle de Mulhouse.* »

ASTRONOMIE. — *Sur la scintillation des étoiles*. Note de **M. C. Wolf**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« La Note que j'ai insérée dans les *Comptes rendus*, sur le phénomène de la scintillation des étoiles, n'est qu'un extrait d'un Mémoire plus étendu, présenté le même jour à l'Académie. J'ai dû supprimer, dans cette Note, tout ce qui était de la discussion et me borner à l'énoncé des faits. Voilà pourquoi elle ne dit rien des observations de M. Montigny, que j'ai rapportées tout au long dans mon Mémoire, en montrant en quoi elles diffèrent des miennes. J'ai également discuté la théorie de M. Montigny, et je crois avoir montré que, si elle peut et doit être prise en considération pour l'explication de certaines particularités, elle ne peut expliquer le phénomène fondamental du *mouvement progressif et régulier* des bandes noires, que M. Montigny, du reste, n'avait pas reconnu. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Études météorologiques faites en ballon*. Note de **M. Flammarion**, présentée par M. Delaunay. (Extrait par l'auteur.)

« Les ascensions scientifiques que j'ai accomplies l'année dernière et que je poursuis cette année m'ont amené à la découverte et à la constatation de faits importants dont la connaissance me paraît de nature à jeter quelque lumière sur les problèmes encore si obscurs de la météorologie. Pénétré de la conviction que tous les mouvements de l'atmosphère sont soumis à des lois régulières aussi bien que ceux des corps célestes dont la mesure constitue aujourd'hui l'édifice inébranlable de l'astronomie moderne, j'ai pensé qu'il serait utile à la fondation de la science du temps de chercher à voir de près le mécanisme de la formation des nuages, la circulation des courants, l'état physique des différentes couches d'air, en un mot, d'observer, en s'y transportant, le monde atmosphérique dans son action multiple et permanente. La perspective des bienfaits que la science météorologique répandra un jour sur le travail de l'homme, l'examen de la connexion de cette science avec l'astronomie et la physique du globe d'une part, avec la physiologie de la vie des plantes, des animaux, et de l'homme lui-même d'autre part, ont soutenu ma confiance en l'utilité de ces excursions aériennes. Je viens soumettre à l'Académie les principaux résultats dus à dix voyages, effectués en diverses conditions atmosphériques, de nuit comme de jour, le matin et le soir, par un ciel couvert comme par un ciel pur. Quelques-uns de ces voyages ont eu une durée

de douze et quinze heures. J'ai établi mon programme d'après les séries entreprises par Biot et Gay-Lussac en 1804, Barral et Bixio en 1850, Welsh et Glaisher en Angleterre, séries auxquelles j'ai ajouté les indications données à cet égard par Arago, et celles que des circonstances nouvelles dans la science m'ont engagé à leur adjoindre.

» Le programme est vaste et complexe. Je présente aujourd'hui les résultats que je considère comme le plus solidement acquis par mes diverses séries d'expériences. Ces observations peuvent être énoncées dans l'ordre suivant :

» 1° Loi de la variation de l'humidité dans l'air suivant l'altitude;

» 2° Accroissement du pouvoir diathermane de l'air et de la radiation solaire avec l'altitude et avec la décroissance de l'humidité;

» 3° Circulation des courants; leur déviation giratoire et les mouvements généraux de l'atmosphère; intensité et vitesse des courants;

» 4° Nuages : forme, hauteur, dimensions; état hygrométrique et calorifique; phénomènes, etc.;

» 5° Loi du décroissement de la température de l'air.

» 6° Expériences diverses relatives à l'acoustique, à l'optique, à la mécanique, à la physique du globe, à l'astronomie, etc.

» Pour faire ces expériences, je me suis tour à tour servi de deux aérostats. L'un, appartenant à l'Empereur, a été mis avec bienveillance, par M. le Maréchal Vaillant, Ministre de la maison de l'Empereur, à la disposition de la Société aérostatique de France, de concert avec laquelle j'ai accompli une partie de mes voyages aériens; cet aérostat cube 800 mètres. Le second, cubant 1200 mètres, appartient à M. Eugène Godard, aéronaute de l'Empereur, en compagnie duquel j'ai fait d'ailleurs tous mes voyages, dans l'un comme dans l'autre ballon. Mon pilote aérien avait la direction matérielle de l'aérostat, non-seulement pour les préparatifs des ascensions et les soins qui suivent la descente, mais encore pendant la durée des voyages. Cette condition m'a paru être la meilleure pour assurer la liberté des observations scientifiques.

» J'exposerai les résultats de mes observations dans l'ordre des chapitres énoncés plus haut.

Loi de la variation de l'humidité dans l'air suivant l'altitude.

» Dans dix séries d'observations spéciales représentant environ cinq cents positions différentes, la distribution de la vapeur d'eau dans les

couches atmosphériques a suivi une règle constante que l'on peut énoncer en ces termes :

» 1° L'humidité de l'air s'accroît à partir de la surface du sol jusqu'à une certaine hauteur; 2° elle atteint une zone où elle reste à son maximum; 3° elle décroît à partir de cette zone et diminue constamment ensuite à mesure que l'on s'élève dans les régions supérieures.

» La zone à laquelle je donnerai le nom de *zone d'humidité maximum* varie de hauteur suivant les heures, suivant les époques et suivant l'état du ciel.

» Je ne l'ai trouvée qu'en de rares circonstances (principalement à l'aurore) voisine de la surface du sol.

» Cette marche générale de l'humidité est constante, que le ciel soit pur ou couvert, et elle se manifeste dans les observations faites pendant la nuit aussi bien que dans les observations diurnes.

» Les tableaux hygrométriques construits après chaque voyage montrent avec évidence la permanence de cette loi.

» Il se présente des différences considérables relativement à la hauteur de la zone maximum et à la proportion de l'accroissement de l'humidité. Ainsi, le 10 juin 1867, à 4 heures du matin (vent N.-E.), au lever du soleil et sur la lisière de la forêt de Fontainebleau, la zone maximum était à 150 mètres seulement de la surface du sol. L'hygromètre construit spécialement pour ces études marque 93 degrés au niveau du sol et s'élève rapidement jusqu'à 98, qu'il atteint à 150 mètres. A partir de là, il redescend désormais à mesure que l'aérostat s'élève, marquant 92 à 300 mètres, 86 à 750, 65 à 1100, 60 à 1350, 54 à 1700, 48 à 1900, 43 à 2200, 36 à 2400, 30 à 2600, 28 à 2900, 26 à 3000, 25 à 3300 mètres. L'atmosphère était d'une très-grande pureté et sans le moindre nuage.

» Dans une autre ascension, le 15 juillet à $5^h 40^m$ du matin (vent S.-O.), descendant d'une altitude de 2400 mètres au-dessus du Rhin, sur Cologne, j'ai trouvé la zone maximum à 1100 mètres. Le ciel n'était pas entièrement pur. L'humidité relative de l'air était de 62 degrés à 2400 mètres, de 64 à 2200, de 75 à 2000, de 85 à 1800, de 90 à 1600, de 92 à 1550, de 95 à 1330, de 98 à 1100 mètres. C'est la zone maximum. Puis, à mesure que l'aérostat descend, l'humidité diminue. A 890 mètres elle est déjà descendue à 92 degrés, à 706 à 90, à 510 à 87, à 240 à 84, à 50 mètres du sol à 83, et à la surface à 82 degrés. Suivant la même descente, le thermomètre s'était élevé de 2 à 18 degrés centigrades.

» Le 15 avril dernier, à 3 heures après midi (vent N.), parti du jardin

du Conservatoire impérial des Arts et Métiers, j'ai constaté une marche analogue dans la variation de l'humidité. Au départ, dans le jardin, l'hygromètre marque 73 degrés, s'élève à 74 à 776, donne 75 à 900, 76 à 1040, 77 à 1150. C'est la position de la zone maximum. L'humidité décroit ensuite progressivement et constamment; elle est de 76 degrés à 1230 mètres, de 73 à 1345, de 71 à 1400, de 69 à 1450, de 67 à 1490, de 64 à 1545, de 62 à 1573, de 59 à 1608, de 56 degrés à 1650 mètres. A 2000 mètres l'humidité ambiante est descendue à 48 degrés, à 2400 mètres elle est de 36, à 3000 de 31, à 4000 mètres de 19 degrés.

» Cette ascension a été faite par un ciel nuageux. Le maximum d'humidité était un peu au-dessous de la surface inférieure des nuages.

» Le 23 juin 1867, à 5 heures du soir (vent N.-N.-E.), la zone maximum se trouvait à 555 mètres et également au-dessous des nuages.

» Le 30 mai, à 4 heures du soir (vent N.-N.-O.), l'humidité croît de la surface du sol à 500 mètres, et s'élève de 67 à 75 degrés.

» Le résultat général montre donc que l'humidité augmente de la surface du sol jusqu'à une certaine hauteur variable, et décroît ensuite jusqu'aux plus grandes hauteurs. Je ne me crois pas encore en droit de préciser ces variations proportionnelles; des causes complexes rendent les règles difficiles à dégager. Indépendamment de la hauteur, l'humidité de l'air varie selon l'heure, selon la hauteur du soleil sur l'horizon, selon l'état du ciel et parfois aussi selon la nature sèche et humide des terrains au-dessus desquels passe l'aérostat. Mais la loi générale énoncée plus haut ne m'en paraît pas moins pouvoir être adoptée comme une remarque constante. J'insiste d'autant plus fortement sur ce point, que la connaissance de la variation de l'humidité relative de l'air est regardée comme l'élément le plus important des bases météorologiques.

Accroissement du pouvoir diathermane de l'air et de la radiation solaire avec l'altitude et avec le décroissement de l'humidité.

» Lorsqu'on a dépassé les régions inférieures de l'atmosphère, et en général l'altitude de 2000 mètres, on ne peut s'empêcher de constater l'accroissement très-sensible de la chaleur du soleil relativement à la température de l'air ambiant. Ce fait ne m'a jamais plus impressionné que dans la matinée du 10 juin 1867, lorsque, nous trouvant à 7 heures du matin à une hauteur de 3300 mètres, nous avons eu pendant une demi-heure 15 degrés de différence entre la température de nos pieds et celle de nos têtes; ou, pour mieux dire, entre la température de l'intérieur de la nacelle

(ombre) et celle de l'extérieur (soleil). Le thermomètre à l'ombre marquait 8 degrés; le thermomètre au soleil, 23 degrés. Tandis que nos pieds souffraient de ce froid relatif, un ardent soleil nous brûlait le cou, les joues, et en général les parties du corps directement exposées à la radiation solaire.

» L'effet de cette chaleur est encore augmenté par l'absence du plus léger courant d'air.

» Dans une ascension postérieure à celle-ci, j'ai éprouvé en même temps la différence singulière de 20 degrés entre la température de l'ombre et celle du soleil, à 4150 mètres d'altitude. Le premier thermomètre marquait 9°,5 au-dessous de zéro; le second, + 10°,5.

» Cet écart du rapport de la température de l'air à celle d'un corps exposé au soleil s'accuse et se manifeste en raison de la décroissance de l'humidité. La radiation solaire, la différence entre la chaleur directement reçue de l'astre radieux et la température de l'air, *augmente* à mesure que *diminue* la quantité de vapeur d'eau répandue dans l'atmosphère. Cette constatation permanente de la transparence de l'air privé d'eau pour la chaleur, établit que c'est la vapeur d'eau qui joue le plus grand rôle dans l'action de conserver la chaleur solaire à la surface du sol.

» Ces résultats doivent être mieux dégagés de toute influence étrangère que ceux qui proviennent d'observations faites sur les montagnes, car, dans ce dernier cas, la présence des neiges et du rayonnement doit avoir un effet constant, tandis que les observations aéoronautiques s'accomplissent dans des régions absolument libres. »

HISTOIRE DE L'HOMME. — *Sur l'origine de silex travaillés, trouvés dans le département de la Gironde.* Note de **M. DE CHASTEIGNER.** (Extrait.)

« Au point de vue des objets qu'on rencontre sur ou sous le sol, le département peut être divisé en deux parties distinctes : l'une comprenant la rive droite de la Dordogne, l'Entre-Dordogne-et-Garonne, connue sous le nom d'*Entre-deux-mers,* et la rive gauche de la Garonne, contrée riche et depuis longtemps cultivée; l'autre formée de cette longue bande de terrain sablonneux, désignée sous le nom de *Landes,* longeant, sur une largeur variable, le littoral de la mer, depuis l'embouchure de la Gironde jusque dans la direction de Bayonne.

» Les objets recueillis dans la première division, haches, traits, grattoirs, couteaux, éclats, par la forme et la matière, se rapprochent de ceux des

contrées voisines, et peuvent à la rigueur en provenir, ce que j'examinerai plus tard et ailleurs.

» Dans les Landes, au contraire, à part de rares couteaux et quelques haches, on ne trouve que des pointes de flèches en silex.

» Ces pointes, de figures et de dimensions très-variées, passant de la feuille de saule au losange et du losange aux diverses formes du triangle, présentent, malgré la variété de couleur et de pâte, un tel fini tout spécial de fabrication, un tel air de famille enfin, qui les éloignent des types ordinaires recueillis dans les pays voisins, qu'il est difficile d'admettre qu'elles n'aient pas été fabriquées sur place.

» Bien que l'opinion contraire semblât dominer, je le pensais depuis longtemps; et cependant la preuve en était difficile à donner, car autant le silex est abondant en Périgord et en Touraine, autant il est rare dans ce département. On ne le trouve en certaine quantité qu'aux abords du Périgord, non loin de Sainte-Foy et un peu sur la rive gauche de la Garonne, aux environs de Bazas, et en quelques rares rognons dans un affleurement de la craie près Villagrain.

» Il manque absolument au sol des Landes; et c'est là toutefois que se rencontrent presque exclusivement les belles flèches dont je parlais tout à l'heure.

» ..... Malgré un grand nombre de faits intéressants, il restait toujours à résoudre le problème de la provenance du silex travaillé sur ces divers points.

» Je n'avais pas rencontré dans les ateliers un seul bloc entier qui pût me mettre sur la trace; seulement j'avais recueilli sur un des tumulus fouillés près de Castelnau un bloc de silex de la grosseur du poing, *paraissant avoir été fortement roulé.*

» Quelques jours après, dans une excursion faite sur l'immense plage de l'Océan, le long de la forêt du Flamand, je remarquai, parmi les galets du rivage, un assez grand nombre de silex roulés, semblables à celui que, loin de la mer, j'avais ramassé à Castelnau. Quelques-uns de ces silex arrivaient même à un volume assez considérable.

» J'en fis récolter un grand nombre, et je les attaquai par les procédés ordinaires employés pour la taille des pierres à fusil. En général, ils *fendaient* bien et pouvaient donc être travaillés. L'aspect de la pâte, comme couleur et comme texture, était identique à celle de la plupart des silex employés pour nos pointes de flèches; leur volume assez restreint, ne permettant qu'exceptionnellement de fabriquer de grandes haches et de longs

couteaux, expliquerait assez la rareté de ces derniers trouvés dans le pays, en comparaison du nombre assez grand de pointes de flèches qu'à force de temps et de patience nous avons pu réunir.

» Enfin, en revoyant avec soin nos ateliers, nous retrouvions, sur les éclats ébauchés, des plaques de cette croûte roulée qui recouvrait le silex des bords de la mer.

» Ce serait donc *la mer seule* qui fournissait, et presque sur place, à ces peuples primitifs, le silex pour la fabrication de leurs instruments. »

HISTOIRE DE L'HOMME. — *Sur de nouvelles stations de l'âge de pierre.* Note de **M. Richard.** (Extrait.)

« J'ai trouvé cette année, au mois de mars, de nouvelles stations de l'âge de pierre dans la Charente-Inférieure, à Neuvicq, près Montguyon, à Fontgiraud, près Saintes (c'est à Fontgiraud que commençait l'aqueduc romain qui alimentait la ville de Saintes), et à Saint-Julien, près Saint-Genis et la Colonie agricole de Saint-Antoine.

» Neuvicq et Saint-Julien offrent des particularités dignes d'attention :

» 1° Neuvicq a été une station gallo-romaine; on y a trouvé un grand nombre de tombeaux de cette époque : à l'une des extrémités de ce cimetière gallo-romain, je crois avoir remarqué un de ces anciens foyers qui devaient servir à la cuisson des aliments. Ce foyer est caractérisé par des pierres calcinées, mêlées de cendres noires et de charbon.

» 2° Saint-Julien est sur un petit coteau, près d'un point où, d'après la tradition locale, se trouvait anciennement la source de la Seudre (1). Le cours de cette petite rivière ne commence actuellement qu'à quelques kilomètres plus bas. Or la constatation, par ces silex taillés, d'une station antéhistorique en ce lieu a été, pour moi, la confirmation de cette tradition; parce que, partout où j'ai vu des silex taillés en assez grand nombre pour faire supposer l'existence d'un atelier, c'est toujours dans le voisinage d'une source apparente ou, au moins, d'un cours d'eau; au point qu'aujourd'hui, si je visite une contrée où il y ait des silex dans les formations géologiques et une fontaine connue, surtout si cette fontaine est la seule de la localité, j'en conclus, d'une manière à peu près certaine, qu'il y a eu un atelier d'instruments antéhistoriques. »

---

(1) La Seudre est la petite rivière qui a son embouchure au pertuis de Maumusson; sur ses rives se trouvent les claires et les écluses où verdissent les huîtres de Marennes.

TÉRATOLOGIE. — *Sur un agneau monstrueux* (1), *constituant un nouveau genre (genre Déromèle) dans la famille des monstres doubles polyméliens.* Note de **M. N. Joly,** présentée par M. Larrey. (Extrait.)

« L'agneau qui fait le sujet de cette Note devra constituer dans la famille des polyméliens un septième genre, auquel nous donnerons le nom de *Déromèle* (membre sur le cou), dénomination propre à rappeler le caractère essentiel de cette monstruosité, dont voici d'ailleurs la diagnose.

» *Un (ou deux?) membres accessoires soudés aux vertèbres de la région cervicale.*

» Ici le membre supplémentaire unique est fixé au côté droit du cou, dont il contourne une moitié à la manière d'un élégant *boa*, terminé par un pied bifurqué. Même à travers la peau revêtue d'une épaisse toison, il est facile de s'assurer que ce membre est pourvu de tous ses rayons, et que son omoplate est soudée, non pas à l'omoplate droite du sujet principal, mais bien à l'une des vertèbres du cou (la quatrième ou la cinquième).

» Comme il arrive presque toujours, le membre parasite est privé de tout mouvement volontaire, mais revêtu comme tout le reste du corps d'une riche toison. »

M. A. Martin, en priant l'Académie de vouloir bien accepter le dépôt d'un pli cacheté portant pour suscription : « Description et vérification de la méthode employée en dernier lieu par M. L. Foucault pour s'assurer si une surface de miroir de télescope est rigoureusement parabolique », joint à cet envoi la Note suivante :

« Depuis l'époque à laquelle il a publié, dans les *Annales de l'Observatoire*, le Mémoire sur la construction des miroirs de télescopes en verre argenté, M. Léon Foucault a dû fournir aux besoins de la science un certain nombre de ces instruments, et la longue expérience qu'il a acquise ainsi l'a amené à modifier la méthode d'exploration qu'il avait décrite dans son Mémoire, et qui lui permettait de s'assurer, dans une salle de dimensions restreintes, si le miroir qu'il retouchait avait réellement atteint la forme parabolique exacte. C'est cette nouvelle méthode, susceptible de vérifications numériques et dont j'ai été le seul confident, que j'ai restaurée et consignée dans le paquet dont je prie l'Académie de vouloir bien accepter le dépôt. »

---

(1) Cet agneau est né à Mons, près d'Auch (Gers), chez M. François Laborde.

M. Martin déclare, en outre, qu'il autorise l'ouverture de ce dépôt à telle époque où elle semblera utile aux intérêts de la Science, en laissant l'appréciation à l'Académie.

M. **Lavigne** adresse un Mémoire manuscrit ayant pour titre : « Remarques et observations pratiques sur les habitudes et les mœurs des poissons connus à Toulouse sous le nom générique d'*aloses* ». Ce Mémoire, résultat d'une longue observation, signale et constate un certain nombre de faits que l'auteur pense être restés jusqu'ici ignorés des naturalistes.

M. **Commaille** adresse une « Note sur les eaux qui alimentent Marseille ».

M. A. **Famintzin** adresse quelques documents au sujet des Mémoires qu'il a présentés au concours du prix Desmazières.

Cette Lettre sera transmise à la Commission du prix Desmazières.

M. **Mœrens** adresse, de Bruxelles, une brochure ayant pour titre : « Phénomènes musico-physiologiques ».

Cette brochure sera soumise à l'examen de M. Duhamel.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Médecine et de Chirurgie, par l'organe de son doyen, M. **Andral**, présente la liste suivante des candidats à la place laissée vacante dans son sein par le décès de *M. Serres :*

En première ligne.	M. **Bouillaud**.
En deuxième ligne, ex æquo, *et par ordre alphabétique*. . . .	M. **Davaine**. M. **Vulpian**.
En troisième ligne, ex æquo, *et par ordre alphabétique*. . . .	M. **Behier**. M. **Tardieu**.

L'Académie décide que le nom de M. **Marey** sera ajouté à la liste proposée par la Section.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures et demie. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 25 mai 1868, les ouvrages dont les titres suivent :

Mémoires de l'Académie des Sciences de l'Institut impérial de France, t. XXXVII, 1re partie. Paris, 1868; in-8°, avec planches.

Des applications de la mécanique à l'horlogerie; par M. RESAL. Paris, sans date; br. in-8°.

Recherches expérimentales sur la détente des ressorts moteurs des chronomètres. Paris, sans date; br. in-8°.

Formules relatives aux indications du manomètre métallique de M. Bourdon; par M. RESAL. Paris, sans date; br. in-8°.

Traité pratique des maladies chroniques; par M. Max. DURAND-FARDEL. Paris, 1868; 2 vol. grand in-8°.

Études sur la réforme et les systèmes pénitentiaires considérés au point de vue moral, social et médical; par M. J.-C. HERPIN (de Metz). Paris, 1868; in-12. (Présenté par M. le Baron Séguier.)

Bulletin de la Société de Médecine de Besançon, 2e série, n° 2, année 1867. Besançon, 1868; in-8°.

Éloge de M. P.-F.-O. Rayer, lu à l'assemblée générale de l'Association générale de prévoyance et de secours mutuels des médecins de France dans la séance du 19 avril 1868; *par* M. Am. LATOUR. Paris, 1868; in-4°. (Présenté par M. Bouley.)

Des nouveaux procédés opératoires de la cataracte. Parallèle et critique; par M. L. WECKER. Paris, 1868; br. in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Les Merveilles de la Science, ou Description populaire des inventions modernes; par M. Louis FIGUIER, 21e série. Paris, 1868; in-4° avec figures.

Essai sur l'ancien glacier de la vallée d'Argelès (*Hautes-Pyrénées*); *par* MM. Charles MARTINS et Édouard COLLOMB. Montpellier, 1868; in-4°.

Pathologie de la protubérance annulaire; par M. O. LARCHER. Paris, 1868; in-8°. (Envoyé au concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1868.)

Le laryngoscope à Cauterets. Étude du gargarisme laryngien; par M. H. GUINIER. Montpellier, 1868; in-4°. (Envoyé au concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1868.)

Études de médecine clinique et de physiologie pathologique. — Le choléra observé à l'hôpital Saint-Antoine; par M. P. LORAIN. Paris, 1868; grand

in-8° avec planches. (Présenté par M. Ch. Robin pour le concours au prix Bréant, 1868.)

Mémoire sur la structure de la capsule surrénale de l'homme et de quelques animaux; par M. M. GRANDRY (de Liége). Paris, 1867; br. in-8°. (Présenté par M. Ch. Robin, pour le concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1868.)

Exposé des titres du Dr Ambroise TARDIEU *à l'appui de sa candidature à la place actuellement vacante à l'Académie des Sciences (Section de Médecine et de Chirurgie)*. Paris, 1868; in-4°.

Pathologie générale des maladies de la peau; par M. A. CAZENAVE. Paris, 1868; in-8°. (Adressé pour le concours du prix Bréant.)

Table générale et alphabétique des matières contenues dans les volumes soixante et unième à soixante-douzième inclusivement du Bulletin général de thérapeutique médicale et chirurgicale; *par* M. F. BRICHETEAU. Paris, 1868; in-8°.

Asphyxie et insufflation pulmonaire; par M. MARCHANT. Paris, 1867; br. in-8°.

Projet d'instruction pour le traitement des noyés; par M. MARCHANT. Paris, 1867; br. in-8°.

Ces deux ouvrages sont adressés par l'auteur au concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1868.

Mort réelle et mort apparente; par M. F. GANNAL. Paris, 1868; grand in-8°. (Envoyé au concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1868.)

Recherches ethnologiques et statistiques sur les altérations du système dentaire; par M. E. MAGITOT. Paris, 1868; br. in-8°. (Adressé au concours du prix de Statistique, 1868.)

Fabrication industrielle de l'hydrogène comme gaz d'éclairage et de chauffage; par M. E. VIAL. Paris, 1868; br. in-8°.

Revue semestrielle des travaux d'exploitation des mines et de métallurgie; par M. E. GRATEAU, 1er et 2e semestres de 1867. Paris, 1867; br. in-8°. (Extrait de la *Revue universelle*.)

Revue des spécialités et des innovations médicales et chirurgicales, fondée et dirigée par M. Vincent DUVAL, 3e série, t. III, avril 1868. Paris, 1868; br. in-8°.

Études physiologiques et médicales sur quelques lois de l'organisme avec applications à la médecine légale; par M. J.-F. LARCHER. Paris, 1868; in-8° avec figures. (Adressé au concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1868.)

Traité d'hippologie. Connaissance pratique du cheval; par M. A.-A. VIAL. Paris, 1867; grand in-8° avec figures.

Recherches expérimentales sur les conditions pathologiques de l'albuminurie; par M. B.-J. STOKVIS. Bruxelles, 1867; in-8°.

Phénomènes musico-physiologiques; par M. Ch. MEERENS. Bruxelles, 1868; br. in-8°.

Théorie de la feuille; par M. Casimir DE CANDOLLE. Genève, 1868; br. in-8°.

Archives du musée Teyler, t. I[er], 3[e] fascicule. Harlem, 1868; grand in-8°.

A journey... *Un voyage au Brésil; par* M. le professeur L. AGASSIZ. Boston, 1868; in-8° relié, avec planches.

*Cartes publiées par l'*Hydrografic Office *de l'Amirauté, de mai* 1867 *à avril* 1868, 43 cartes appartenant aux sections 1, 5, 6, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15.

Instructions nautiques, également publiées par l'Amirauté : *Côte occidentale de France, d'Espagne et de Portugal, d'Ouessant à Gibraltar.* 1867; in-8°.

Côte occidentale d'Écosse, 1[re] partie : *Hébrides.* 1867; in-8°.

Côtes sud-est de la Nouvelle-Écosse et baie de Fundy. 1867; in-8°.

Mers de Chine, t. II. 1868; in-8°.

Phares en 1868. 10 livraisons.

Tables des marées pour les ports de la Grande-Bretagne et de l'Irlande pour l'année 1868.

Acta universitatis Lundensis. *Sciences mathématiques et naturelles, Philosophie, Philologie et Histoire, Théologie, Sciences médicales.* Lund, 1866-1867; 4 livr. in-4°.

Resultate... *Résultats des observations météorologiques faites en différents lieux du royaume de Saxe dans les années* 1826-1861, *et dans les vingt-cinq stations royales dans l'année* 1866, *publiées par* M. le D[r] BRUHNS. Leipzig, 1868; in-4°.

Experimental... *Recherches expérimentales sur la forme des bulles d'air dans les tubes cylindriques.* 1[re] partie : *Bulles des niveaux; par* M. F. MELDE. Leipzig, 1868; in-8°.

Sveriges... *Recherches sur la géologie de la Suède publiées aux frais de l'État sous la direction de* M. A. ERDMANN, n[os] 22 à 24. Stockholm, 1867; 4 br. in-8° avec cartes.

Oversigt... *Comptes rendus des travaux de l'Académie royale des Sciences de Danemark :* 1866, n° 7; 1868, n° 5. Copenhague, 1867, 2 br. in-8°.

Det... *Académie royale des Sciences de Danemark*, 5e série, *Sciences mathématiques et naturelles*, t. IX. Copenhague, 1868; in-4° avec planches.

Das... *Recherches sur le système masticatoire des mollusques gastéropodes, considérées comme base d'une classification naturelle*, t. II, 2e livr. Berlin, 1868; in-4° avec planches.

Abhandlungen... *Mémoires de l'Académie des Sciences de Berlin pour l'année* 1866. Berlin, 1867; in-4° avec planches.

Meteorologische... *Observations météorologiques faites à Dorpat pendant l'année* 1867, *rédigées et calculées par* M. Arthur VON ŒTTINGEN. Dorpat, 1868; in-8°.

Delle... *Des glandules utriculaires de l'utérus et de l'organe glandulaire de nouvelle formation qui, durant la grossesse, se développent dans l'utérus des femelles des mammifères, l'espèce humaine comprise; par* M. G. ERCOLANI. Bologne, 1868; in-4°. (Présenté par M. Ch. Robin pour le Concours Godard, 1868.)

Alla... *Remarques sur les communications faites en* 1845 *par le* Dr Balardini *relativement à la pellagre; examen des modifications que les études ultérieures obligent à admettre sur ce sujet;* Note de M. G. PELLIZZARI. Milan, 1866; in-8°.

Nuova... *Nouvelle découverte en xylognosie, ou manière de faire sortir du bois des tableaux naturels, procédé de* Carle DE REGIS-VECCHIARELLI. — *Discussion philotechnique sur cette invention; par* M. M. DE MATTHIAS. Florence, 1867; br. in-8°.

Delle... *Des variables complexes sur une surface quelconque, Mémoire par* M. le professeur E. BELTRAMI. Bologne, sans date; in-4°.

Quistioni... *Questions naturelles et recherches météorologiques; par* M. L.-G. PESSINA. Naples, 1866; in-8°.

Quistioni... *Questions naturelles et recherches météorologiques*, 3e partie : *Éruptions volcaniques et tremblements de terre; par* M. L.-G. PESSINA. Naples, 1868; in-8°.

Sulle... *Sur les marées des roches à l'état liquide sous la croûte solide terrestre; par* M. G. BELLI. Milan, 1864; opuscule in-8°.

Die... *Action de la lumière sur les spirogyres; par* M. A. FAMINTZIN. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Die... *De l'action de la lumière sur les algues et quelques autres organismes voisins; par* M. A. FAMINTZIN. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Zur... *Sur le développement des gonidies et sur la structure des zoospores des*

lichens; par MM. A. FAMINTZIN *et* J. BARANETZKI. Saint-Pétersbourg, 1867; in-4°.

Ces trois derniers ouvrages sont adressés au concours du prix Desmazières.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS D'AVRIL 1868. (Fin.)

Magasin pittoresque; avril 1868; in-4°.

Matériaux pour l'histoire positive et philosophique de l'homme; par G. DE MORTILLET; novembre et décembre 1867; in-8°.

Monthly... *Notices mensuelles de la Société royale d'Astronomie de Londres;* nos 5 et 6, 1868; in-12.

Montpellier médical... Journal mensuel de Médecine; avril 1868; in 8°.

Nouvelles Annales de Mathématiques; avril 1868; in-8°.

Observatorio... *Publications de l'Observatoire météorologique de l'Infant don Luiz à l'Ecole Polytechnique de Lisbonne;* mars à août et décembre 1867; janvier et février 1868; in-f°.

Pharmaceutical Journal and Transactions; t. IX, n° 10, 1868; in-8°.

Revue des cours scientifiques; 5e année, nos 18 à 22; 1868; in-4°.

Revue des Eaux et Forêts; n° 4, 1868; in-8°.

Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; n° 7 à 9, 1868; in-8°.

Revue maritime et coloniale; avril et mai 1868; in-8°.

Répertoire de Pharmacie; avril 1868; in-8°.

Société impériale de Médecine de Marseille, Bulletin des travaux; avril 1868; in-8°.

The Quarterly Journal of the Geological Society; janvier à mars 1868;

The Scientific Review; nos 4 et 5, 1868; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 4 mai 1868.)

Page 869, ligne 13, après *à l'électrostatique*, ajoutez *par* M. P. VOLPICELLI.

(Séance du 11 mai 1868.)

Page 912, ligne 14, *au lieu de* $d = 26,669$, *lisez* $d = 22,669$.

Page 914, ligne 12, *au lieu de* $w'' = kv$, *lisez* $w_1 = kv$.

Page 914, ligne 13, *au lieu de* $w = [(k+1)^n - 1]V$, *lisez* $w = [(k+1)^n - 1]v$.

Page 919, ligne 14, *au lieu de* M. Poggiale, *lisez* M. Poggioli.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er JUIN 1868.

PRÉSIDENCE DE M. DELAUNAY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Serret**, en présentant à l'Académie le tome II des *Œuvres de Lagrange*, qu'il publie au nom de l'État, s'exprime comme il suit :

« J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie un exemplaire du tome II des *Œuvres de Lagrange*. Le tome III, dont l'impression est déjà avancée, paraîtra, je l'espère, avant la fin de l'année.

» Le volume que je présente aujourd'hui renferme : 1° la suite de la Section première comprenant les Mémoires extraits des *Recueils de l'Académie de Turin;* 2° la première partie de la Section deuxième où figurent les Mémoires extraits des *Recueils de l'Académie de Berlin*. Voici les titres des treize Mémoires contenus dans ce volume :

» 1° Sur l'intégration de quelques équations différentielles dont les indéterminées sont séparées, mais dont chaque membre en particulier n'est point intégrable ;

» 2° Sur la méthode des variations ;

» 3° Recherches sur le mouvement d'un corps qui est attiré vers deux centres fixes ;

» 4° Sur la figure des colonnes ;

» 5° Mémoire sur l'utilité de la méthode de prendre le milieu entre les

résultats de plusieurs observations, dans lequel on examine les avantages de cette méthode par le calcul des probabilités, et où l'on résout différents Problèmes relatifs à cette matière;

» 6° Sur la percussion des fluides;

» 7° Sur une nouvelle méthode de Calcul intégral par les différentielles affectées d'un radical carré sous lequel la variable ne passe pas le quatrième degré;

» 8° Sur les courbes tautochrones;

» 9° Mémoire sur le passage de Vénus du 3 juin 1769;

» 10° Sur la solution des Problèmes indéterminés du second degré;

» 11° Sur la résolution des équations numériques;

» 12° Additions au Mémoire sur la résolution des équations numériques;

» 13° Nouvelle méthode pour résoudre les Problèmes indéterminés en nombres entiers.

» J'ai été puissamment secondé par M. Gauthier-Villars dans le travail difficile qu'a exigé la publication de ce volume; je suis heureux de pouvoir lui exprimer, devant l'Académie, toute ma gratitude. »

M. Wurtz fait hommage à l'Académie de la dernière partie de ses « Leçons élémentaires de Chimie moderne ».

PHYSIQUE. — *Cinquième Mémoire sur les phénomènes électrocapillaires.* Troisième partie : *Des cloisons séparatrices et de l'influence des matières colorantes*; *par* **M. Becquerel.** (Extrait.)

« Je traite, dans cette partie du Mémoire, des cloisons séparatrices de nature organique et inorganique, des diamètres de leurs pores, dont la grandeur modifie les phénomènes au point quelquefois de les annuler; enfin de l'influence des matières colorantes sur l'endosmose, l'exosmose, la dialyse et les phénomènes chimiques qui les accompagnent quelquefois.

» J'ai essayé de montrer précédemment que l'endosmose et l'exosmose, dans les conditions où j'ai opéré, provenaient de diverses causes : 1° de la capillarité; 2° de leur affinité réciproque; 3° de l'action des courants électrocapillaires agissant chimiquement, et mécaniquement dans deux sens opposés: selon que ces deux actions sont inégales ou égales, il y a endosmose ou exosmose, ou seulement transport de substances sans déplacement apparent de liquide, effets modifiés toutefois par les deux autres causes.

» J'ai continué à me servir des dénominations d'endosmose et d'exosmose introduites dans la science par Dutrochet, pour définir les effets de

transport produits quand deux liquides différents, pouvant se diffuser, sont séparés l'un de l'autre par une cloison capillaire de nature quelconque.

» Dutrochet a étudié avec beaucoup de sagacité les phénomènes d'endosmose et d'exosmose, en prenant pour cloisons séparatrices des membranes d'origine animale ou végétale, et des lames de substance siliceuse ou alumineuse ; ces membranes étaient des morceaux de vessie, des cœcum de poulet, ou des enveloppes de graines du baguenaudier et d'autres graines; mais il n'a pas tenu compte : 1° des altérations résultant de l'action des liquides sur les tissus, lesquelles, en modifiant la porosité, changent les conditions primitives du phénomène; 2° des dépôts formés dans les pores des cloisons, pendant les réactions diverses qui ont lieu entre leur intérieur, dépôts obstruant plus ou moins celles-ci et pouvant arrêter et même annuler les phénomènes d'endosmose et d'exosmose.

» M. Graham a fait usage principalement, pour étudier la dialyse, de papier parchemin qui a l'avantage incontestable, sur les membranes organiques, d'être moins altérable par les acides et les alcalis que ces dernières. Avant de le préparer, il le mouille sur une face pour s'assurer qu'il n'a pas de pores suffisants pour laisser passer l'eau; si ces conditions sont remplies, il est réputé bon pour les expériences.

» Le papier parchemin est préparé avec le papier à filtrer ordinaire que l'on immerge dans de l'acide sulfurique contenant 15 pour 100 d'eau; on le retire immédiatement, après quoi on le lave rapidement à grande eau. Ce papier, quand il est préparé avec le papier à filtrer ordinaire, n'est pas homogène dans sa texture, car il est composé de pores de toutes grandeurs, comme on en a la preuve dans l'appareil avec lequel on forme des stalactites tubuleuses, appareil composé d'un tube fermé par un bout avec du papier parchemin et rempli d'une solution saturée de nitrate de chaux, puis plongeant dans une solution également saturée de sulfate de soude. Les stalactites tubuleuses qui adhèrent à la surface inférieure du papier sont formées de double sulfate cristallisé de soude et de chaux; leur diamètre est très-variable et par suite la grandeur des pores du papier qui ont livré passage à la solution de nitrate de chaux, laquelle, réagissant sur celle du sulfate, produit le composé insoluble.

» Il est très-important toutefois que ces diamètres soient sensiblement les mêmes : en effet, les expériences de M. Poiseuille sur la résistance au passage d'un liquide au travers d'un tube capillaire, montrent qu'elle est approximativement égale à la quatrième puissance du diamètre. Il résulte de là qu'en diminuant de plus en plus, et pour ainsi dire indéfiniment, les

diamètres des tubes capillaires, on ralentit aussi à peu près indéfiniment l'écoulement du liquide, au point qu'il cesse d'être appréciable.

» On peut concevoir une masse solide, poreuse, qui sépare deux liquides comme un assemblage de tubes capillaires assez nombreux pour que leurs sections réunies constituent une large surface. Chaque tube individuel, quand cette masse n'est pas homogène, ne présente pas les mêmes conditions de difficulté de pénétration ; si un certain nombre de ces tubes sont tellement capillaires que l'écoulement des liquides ne soit plus possible, rien ne passera; au-dessus de ces limites, les deux solutions, ou l'une d'elles, passeront d'autant plus facilement que les diamètres approcheront de la limite où, la force électrocapillaire cessant d'agir, la filtration l'emportera complétement : il suffira d'un seul pore pour produire cet effet. C'est là le motif qui m'a engagé à chercher les limites entre lesquelles se trouvent compris les diamètres des pores des membranes; il y en a encore un autre qui m'y a conduit et dont je vais parler.

» On sait que les liquides circulent en vertu de forces physiques dans les vaisseaux capillaires des corps organisés, que ces vaisseaux se ramifient dans les divers tissus de ces corps, qu'ils s'anastomosent entre eux et finissent par se perdre dans ces mêmes tissus, quand ils sont arrivés à un tel degré de capillarité, que la circulation des liquides n'est plus possible; voilà comment s'entretient la vie dans les corps organisés. On évalue dans l'homme leur plus petit diamètre à $0^{mm},004$.

» J'ai cherché à déterminer le degré de capillarité que pouvaient atteindre les parties creuses des stalactites de double sulfate de chaux et de soude (glaubérite) au delà duquel l'électricité cesse de transporter la solution de nitrate de chaux, qui, en réagissant sur celle de sulfate de soude ambiant, produit la partie solide des stalactites; aussitôt que ces stalactites rencontrent une paroi solide, telle que la surface du vase, la solution s'écoule par l'ouverture capillaire inférieure, s'épanche sur cette surface, réagit sur le sulfate et produit ainsi de véritables stalagmites, en très-petits cristaux ; les stalactites qui ont quelquefois 2 décimètres de longueur, s'anastomosent en formant des bourrelets à leur rencontre et très-fréquemment se perdent en filets imperceptibles, comme si la force qui transporte la solution de nitrate de chaux dans les conduits capillaires n'avait plus assez de puissance pour agir au delà.

» En mesurant au microscope, avec un micromètre, les diamètres de ces stalactites, on a trouvé les valeurs suivantes : 1° des fragments qui avaient 1 dixième de millimètre; 2° d'autres de 3 à 4 millièmes de millimètre;

3° d'autres enfin plus petites et qui se terminent en pointes ayant à peine 1 millième de millimètre. En supposant que la partie creuse ait la même épaisseur que la paroi solide, il en résulterait que son diamètre serait le tiers du diamètre apparent, c'est-à-dire pour les plus petits 3 dix-millièmes de millimètre.

» On conçoit, d'après cela, comment, dans les corps organisés, des liquides peuvent circuler dans les vaisseaux capillaires d'une finesse extrême par l'action seule des forces physiques. La diversité des diamètres met bien en évidence l'hétérogénéité des membranes et celle du papier parchemin, contre laquelle on doit se mettre en garde dans les expériences quand on veut avoir des résultats comparatifs.

» Quand on jette les yeux sur un groupe de ces stalactites de diverses grosseurs, dont un certain nombre sont à peines visibles, s'anastomosant les unes avec les autres et laissant circuler des liquides, on croirait voir le système capillaire d'un animal.

» Les membranes, dans les expériences que je viens de rapporter, ne sont autres que des cribles, des filières qui livrent passage aux liquides transportés par les courants électrocapillaires, auxquels s'ajoutent les autres effets mentionnés; les stalactites tubuleuses qui se forment dans la réaction de la solution de nitrate de chaux débouchant par les pores, dans celle de sulfate de soude, doivent avoir les dimensions, du moins les parties creuses, de ces mêmes pores, que l'on peut considérer comme analogues aux filières servant à étirer des fils de métal qui prennent leurs diamètres. Les diamètres des parties creuses sont donc en rapport avec les diamètres des espaces capillaires qui laissent passer la solution.

» Or, on a vu précédemment qu'il y avait des parties creuses de stalactite ayant $\frac{3}{10000}$ de millimètre de diamètre. Dans la baudruche on trouve des pores ayant au moins cette dimension; il est probable qu'il y en a de moindres.

» Au moyen des mesures que j'ai obtenues, on voit quelles sont les limites au delà desquelles les solutions cessent de circuler dans les espaces capillaires des corps organisés, à la température et à la pression ordinaire de l'atmosphère. Ces limites changent sans doute avec la température et la pression : ce sont des questions dont je m'occuperai ultérieurement.

» D'après ce qui précède, on conçoit que, suivant les dimensions des pores du papier parchemin ou des membranes, on peut obtenir des effets très-divers; l'endosmose peut devenir même une exosmose, une filtration, et par conséquent un simple effet de diffusion.

» Si l'on veut avoir des papiers parchemins bien homogènes, il faut les préparer avec le papier à filtrer, dit de Berzélius, dont le tissu est serré et la porosité homogène; les cloisons de ce papier, avec les solutions de nitrate de chaux et de sulfate de soude, ne donnent que de rares stalactites, d'une très-grande finesse, ce qui prouve leur homogénéité; mais si l'on opère, au contraire, avec une solution de chlorure de baryum et une autre de sulfate de soude, les stalactites sont beaucoup plus nombreuses et de finesse différente, ce qui semble indiquer que la forte affinité de l'acide sulfurique pour la baryte est intervenue, afin de faciliter le passage de la solution de chlorure de baryum au travers du tissu serré de ce papier.

» Je parle ensuite des cloisons siliceuses qui ont donné des résultats à peu près nuls à Dutrochet; on substitue aux cloisons organiques, dans les appareils précédemment décrits, des colonnes de sable fin variant de 5 millimètres à 5 centimètres de hauteur, lesquelles sont retenues dans les tubes avec un tampon d'asbeste. En opérant comme l'a fait Dutrochet, avec de l'eau sucrée ou de l'eau salée et de l'eau distillée, il se produit une simple filtration, au lieu d'une forte endosmose, avec la membrane organique; mais il n'en est plus ainsi si l'on met dans le tube une solution saturée de sulfate de soude, et dans l'éprouvette une autre de chlorure de baryum, il y a dans le tube une endosmose de 2 centimètres en deux jours. On ne voit pas de précipité dans l'éprouvette, comme on l'observe avec la membrane; il y a donc eu déplacement du dissolvant seulement.

» En substituant au chlorure de baryum le nitrate de chaux, les effets sont semblables, de même qu'en faisant l'expérience inverse.

» Les cloisons en charbon animal présentent des particularités remarquables : on a mis, dans un tube fermé avec une cloison de charbon animal de 2 centimètres de hauteur, une solution saturée de sulfate de soude, et dans l'éprouvette extérieure une solution concentrée de nitrate de chaux; il y a eu endosmose, dans le sulfate, comme avec la colonne de sable, effet inverse de ce qui a lieu avec le papier parchemin ou la membrane; mais une remarque importante à faire est la précipitation du sulfate de baryte dans le sulfate de soude, comme avec le papier parchemin. L'inversion de la direction de l'endosmose varie donc seule; elle a été vérifiée avec plusieurs solutions. Je n'érige pas ce fait en règle générale, je l'énonce seulement. Des tampons de plâtre gâché fermant les tubes et variant de hauteur depuis 3 millimètres jusqu'à 2 centimètres sont impropres à produire les effets précédemmunt décrits, ainsi que des tampons de pa-

pier à filtrer fortement serré : les pores de ces cloisons sont au-dessous des limites où le passage des liquides puisse s'effectuer.

» Je parle ensuite, dans le Mémoire, de l'influence des matières colorantes sur les phénomènes d'endosmose et autres. Après avoir rappelé la propriété que possèdent les tissus de matière animale, ainsi que les corps poreux, d'absorber, en les fixant, les matières colorantes par suite d'une affinité capillaire, je rapporterai quelques-unes des expériences que j'ai faites pour mettre en évidence les propriétés de ces matières, dans les phénomènes d'endosmose et autres dont il est question dans ce Mémoire.

» En mettant dans un tube fermé avec du papier parchemin ou une membrane, de l'eau salée ou sucrée, colorée avec le tournesol ou une autre matière colorante, et de l'eau dans l'éprouvette, il se produit une forte endosmose dans le tube, et à peine si l'on voit des traces, au bout de plusieurs jours, de la couleur de tournesol dans l'eau; quand la membrane est homogène, la couleur est arrêtée complétement par la membrane.

» En remplaçant l'eau sucrée par une solution saline, ainsi que l'eau distillée par une autre solution, on introduit, dans l'appareil, un élément de plus, l'affinité des deux sels l'un pour l'autre; on obtient alors les résultats suivants :

» Avec une solution de nitrate de chaux colorée par le tournesol dans le tube, et une autre de sulfate de soude dans l'éprouvette, il y a une forte endosmose dans le tube, la couleur ne traverse pas la cloison, étant arrêtée par elle; et souvent même, suivant la porosité de celle-ci, le nitrate ne la traverse pas non plus. En général, les matières colorantes ne franchissent pas facilement les cloisons, même lorsqu'elles sont de nature siliceuse, tout en laissant produire l'endosmose, au moins de l'eau.

» En se bornant à colorer préalablement la membrane avant de la fixer à l'appareil, les effets sont les mêmes, surtout quand la cloison est serrée; en déposant de l'argent à la surface des membranes, par les procédés ordinaires de la photographie, on régularise la porosité et par suite les effets produits.

» Les phénomènes décrits dans ce Mémoire montrent que, pour les interpréter, il faut prendre en considération : 1° les affinités; 2° la capillarité; 3° l'influence des espaces capillaires sur la production des courants électro-capillaires, agissant comme forces physiques et comme forces chimiques, courants provenant de la réaction des liquides en contact les uns sur les autres, et peut-être sur les cloisons; influence dont on n'avait pas connaissance jusqu'ici, et qui est souvent déterminante pour opérer des effets

d'oxydation, de réduction et d'élimination de tel ou tel élément dans les combinaisons, etc.; peut-être est-ce en cela que consiste la force de tissu.

» En terminant ce Mémoire, je répondrai à une objection qui m'a été faite sur l'une des causes à laquelle j'attribue les phénomènes dont j'ai l'honneur d'entretenir l'Académie depuis un an. On a prétendu que ces phénomènes dépendaient de la capillarité et nullement de l'électricité. On s'est appuyé, à cet égard, sur le principe que j'ai avancé, en 1826, qu'il n'y avait pas d'électricité dégagée dans les doubles décompositions : à cette époque, on n'employait que des appareils qui n'avaient pas la sensibilité voulue pour constater la présence de l'électricité dans les doubles décompositions; mais aujourd'hui il n'en est plus ainsi, avec les appareils dont on dispose, comme je l'ai dit dans la deuxième partie de ce Mémoire, on trouve de l'électricité libre dans cette double action.

» Il peut se faire que le principe que j'ai posé, il y a plus de quarante ans, soit vrai, c'est-à-dire qu'il y ait recomposition et neutralisation des électricités devenues libres dans les doubles décompositions; mais rien ne prouve que les parois des espaces capillaires ne servent pas aussi à la recomposition de ces deux électricités, comme les molécules elles-mêmes; dans ce cas, l'appareil accuserait la présence de l'électricité qui aurait échappé à la recomposition immédiate, ce qui ne changerait en rien la production du courant électrique dans les espaces capillaires. »

PHYSIQUE. — *Sur la dilatation des corps solides par la chaleur* (deuxième Mémoire, seconde partie); *par* **M. H. Fizeau** (*).

« D'après ce qui a été dit dans la dernière séance, en terminant la première partie de ce Mémoire, on voit que dans le système rhombique les axes de dilatation doivent coïncider avec les axes cristallographiques. On sait d'ailleurs qu'il en est de même pour l'élasticité optique (bissectrices des axes optiques) et pour la conductibilité calorifique. Les trois ordres de phénomènes sont donc encore ici orientés de la même manière.

» Comme on pouvait le prévoir, les valeurs des trois dilatations principales sont différentes entre elles, et dans les directions intermédiaires on observe les dilatations les plus variées.

(*) L'Académie a décidé que cette communication, bien que dépassant les limites réglementaires, serait reproduite en entier au *Compte rendu*.

» La formule (1) s'applique à ces cristaux dans toute sa généralité.

» Si l'on pose $\delta = \delta' = \delta''$, la relation (2) donne

$$\cos^2\delta = \frac{1}{3},$$
$$\delta = 54^\circ 44';$$

mais alors l'équation (1) se réduit à

$$D = \frac{\alpha + \alpha' + \alpha''}{3},$$

ce qui est le tiers de la dilatation cubique ou la dilatation linéaire moyenne du cristal.

» On a expliqué dans le premier Mémoire comment cette direction, faisant un angle de 54° 44' avec chacun des axes de dilatation, conduit à concevoir un octaèdre régulier, ou octaèdre de dilatation moyenne, situé dans le cristal de manière que ses faces soient également inclinées sur les trois axes de dilatation, et jouissant de la propriété de donner, normalement à chacune de ses faces, la dilatation moyenne du cristal.

» Pour vérifier ces déductions théoriques, il faut déterminer dans un cristal quatre dilatations α, α', α'' et α^{m}, les trois premières suivant les axes de dilatation, et la dernière suivant un angle de 54° 44' avec ces axes.

» Alors la dilatation cubique du cristal sera

$$\alpha^{\text{cub}} = \alpha + \alpha' + \alpha'';$$

la dilatation linéaire moyenne

$$\alpha^{\text{lin}} = \frac{\alpha + \alpha' + \alpha''}{3};$$

et, si la théorie est exacte, on doit avoir l'égalité

$$\alpha^{m} = \alpha^{\text{lin}},$$

c'est-à-dire que la dilatation trouvée directement suivant l'angle de 54° 44' doit donner le même nombre que la dilatation linéaire moyenne déduite des trois dilatations mesurées suivant les axes.

» Ces observations ont été faites sur l'aragonite et la topaze. Le premier cristal présentait quelques accidents de structure (lames hémitropes); le second était pur et homogène.

» Appelant *premier axe*, celui qui coïncide avec la bissectrice de l'angle aigu des axes optiques;

» *Deuxième axe*, celui qui coïncide avec la bissectrice de l'angle obtus des axes optiques;

» *Troisième axe*, celui qui est normal au plan des deux autres;

» α, α', α'' sont les dilatations suivant les *premier*, *deuxième* et *troisième axes;*

» $\alpha^{\rm lin}$, la dilatation moyenne déduite des trois précédentes;

» $\alpha^{\rm m}$, la dilatation observée sur une face de l'octaèdre de dilatation moyenne, c'est-à-dire suivant 54°44′ avec les trois axes.

» *Aragonite.* (Prisme rhomboïdal droit.)

$$\alpha = 0{,}0000\,3460$$
$$\alpha' = 0{,}0000\,1719$$
$$\alpha'' = 0{,}0000\,1016$$
$$\alpha^{\rm lin} = 0{,}0000\,2065$$
$$\alpha^{\rm m} = 0{,}0000\,2031$$

» *Topaze.* (Prisme rhomboïdal droit.)

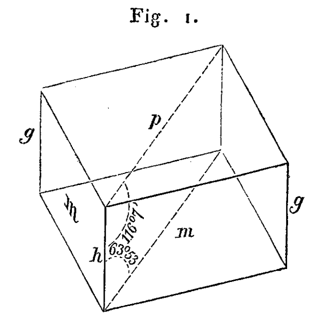
$$\alpha = 0{,}0000\,0592$$
$$\alpha' = 0{,}0000\,0484$$
$$\alpha'' = 0{,}0000\,0414$$
$$\alpha^{\rm lin} = 0{,}0000\,0497$$
$$\alpha^{\rm m} = 0{,}0000\,0497$$

» SYSTÈME DU PRISME RHOMBOIDAL OBLIQUE OU CLINORHOMBIQUE. — La complication des formes qui caractérisent les cristaux obliques, les particularités de leurs propriétés optiques, celles de leurs propriétés thermiques donnaient un intérêt spécial à l'étude de leur dilatation; en effet, en ne considérant ici que les cristaux les plus accessibles à l'expérience, tels que ceux du système simplement oblique, il y avait à rechercher si l'on y rencontrerait la même loi de dilatation que dans les systèmes d'une symétrie moins complexe, et dans ce cas quelle pourrait être l'orientation des trois axes rectangulaires de dilatation par rapport aux axes cristallographiques inclinés.

» La *fig.* 1 représente la forme primitive d'un cristal appartenant à ce système; c'est le feldspath orthose : l'angle d'obliquité de 116° 7′ est caractéristique de cette espèce minérale; il varie dans des limites assez étendues pour les autres substances cristallisant dans ce système, mais il est fixe pour chacune d'elles. Il suffit de supposer à cet angle une valeur de 90 degrés pour retomber sur le système précédent ou prisme rhomboïdal droit. Voici la marche qui a été suivie pour constater l'existence et déterminer la situation des axes de dilatation.

» Si nous considérons le plan de symétrie *ph* qui coupe le solide en deux moitiés symétriques non superposables, nous sommes conduits à admettre l'existence d'un axe de dilatation dirigé normalement à ce plan, et cela par la même raison déjà invoquée pour le prisme droit, qu'une rotation de 180 degrés de l'une des moitiés du solide sur l'autre ne change rien aux relations cristallographiques de ses parties. Si l'un des axes (il

Fig. 1.



sera désigné sous le nom de *premier axe*) est normal au plan de symétrie, les deux autres sont nécessairement situés dans ce plan, mais orientés d'une manière inconnue, que nous essayerons plus loin de déterminer.

» Pour vérifier ce premier point, on a fait deux observations sur un cristal de gypse où le plan de symétrie si nettement accusé par le clivage dominant permet des orientations très-sûres. Les deux directions en question étaient également inclinées sur le plan de symétrie et semblablement situées à droite et à gauche de ce plan, comme les normales aux faces *m*, *m* de la *fig.* 1. Il est clair que dans ce cas, si le premier axe a bien la position indiquée, quelle que soit d'ailleurs la position des deux autres, les deux directions considérées seront toujours également inclinées sur chacun des trois axes, et devront offrir par conséquent deux dilatations égales.

» Voici les deux valeurs trouvées (*) :

0,0000 1945,
0,0000 1938,

dont la différence se confond avec les incertitudes des expériences.

» En généralisant ce résultat, on peut admettre que dans les cristaux de ce système il existe un axe de dilatation normal au plan de symétrie, et

(*) L'orientation à laquelle correspondent ces dilatations peut être ainsi définie : suivant 54° 44′ avec la normale au clivage dominant, avec la direction du clivage fibreux, enfin avec une normale à ce clivage et du côté de l'angle aigu du prisme (66° 14′).

coïncidant par conséquent avec un axe d'élasticité optique de Fresnel et avec un axe de propagation calorifique, lesquels se rencontrent toujours dans cette direction, d'après les importantes recherches de Senarmont et de M. Des Cloizeaux. Il y a donc encore ici superposition des trois ordres de phénomènes, comme dans les systèmes cristallins précédemment considérés.

» Quant à ce qui concerne la situation des deux autres axes de dilatation dans le plan de symétrie, une première recherche a été tentée pour voir si l'un de ces axes ne coïnciderait pas avec la bissectrice optique, ce qui aurait fixé leur orientation. Pour cela, un petit cube a été taillé dans un feldspath de l'Eifel (Wehr), minéral bien connu par les recherches de M. Des Cloizeaux sur la variation par la chaleur des propriétés optiques : une arête (A) parallèle à la bissectrice optique (axe d'élasticité optique), une autre (B) normale au plan de symétrie, la troisième (C) normale aux deux autres; des troncatures octaédriques de ce cube donnaient deux autres directions (D), (E), suivant lesquelles les dilatations devaient être égales entre elles et égales à la dilatation linéaire moyenne du cristal, dans le cas où la coïncidence supposée serait réelle. Or voici les dilatations A, B, C, D, E correspondant à ces directions :

$$A = \quad 0{,}0000\,1695$$
$$B = -\,0{,}0000\,0163$$
$$C = -\,0{,}0000\,0036$$
$$D = \quad 0{,}0000\,0826$$
$$E = \quad 0{,}0000\,0170$$

» Ces valeurs sont tout à fait inconciliables avec la coïncidence en question. L'axe de dilatation cherché n'existe donc pas dans la même direction que l'axe d'élasticité optique de Fresnel.

» Cependant, en examinant ces nombres avec attention et remarquant les différences considérables apportées dans les deux dilatations octaédriques D, E par l'inclinaison sur la face du cube de l'axe cherché, inclinaison qui ne peut évidemment excéder 90 degrés, on est conduit à concevoir la possibilité de déduire de ces déterminations la véritable inclinaison en cherchant par le calcul quelle situation il lui faut assigner pour satisfaire aux observations.

» Et, en effet, prenant pour inconnues l'angle χ ou l'inclinaison dans le plan de symétrie de l'axe cherché sur la direction (A) normale à une face du cube, et en outre les deux dilatations α_{1} suivant cet axe, et α_{11} sui-

vant l'autre axe, appelant enfin A, B, C, D les dilatations suivant les quatre directions (A), (B), (C), (D) désignées plus haut, on peut exprimer par la formule générale (1) trois de ces dilatations A, C, D en fonction de leurs directions angulaires rapportées aux trois axes, et des trois dilatations principales ou axiales; cela donne trois équations pour trois inconnues, d'où l'on parvient, à l'aide de quelques transformations analytiques, aux solutions suivantes :

$$\tan^2\chi + \tan\chi \frac{2(A - C)}{3D - (A + B + C)} - 1 = 0, \tag{4}$$

$$\alpha_1 = \frac{1}{2}\left(A + C + \frac{A - C}{\cos 2\chi}\right), \tag{5}$$

$$\alpha_{11} = A + C - \alpha_1. \tag{6}$$

L'équation du second degré (4) donne, par les signes + et — de ses racines, deux tangentes qui répondent à deux angles χ distants de 90 degrés. Ce sont précisément les situations des deux axes de dilatation dans le plan de symétrie, χ est positif de (A) à (C); les équations (5) et (6) donnent les valeurs numériques des deux dilatations axiales correspondantes. Je dois faire remarquer que, si l'on introduit dans la formule (4) la dilatation octaédrique E au lieu de D, l'azimut de la face (E) étant à 90 degrés de celui de (D), il faut changer en même temps A en C et *vice versâ*. Le calcul numérique fait successivement avec les valeurs D et E donne pour l'un des axes

$$\chi = 14°40', \quad \chi = 14°50'.$$

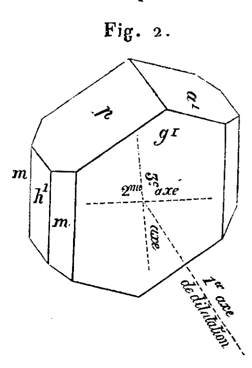
Cette direction est prise à partir de la bissectrice optique. Pour la rapporter à une face naturelle du feldspath p, par exemple, il faut, d'après l'orientation du cube, y ajouter 4°30', angle de la bissectrice avec p (*). Convenant de plus d'appeler *deuxième axe* celui qui est le plus près de la normale à la hauteur h^1 du prisme, on aura, pour l'angle du deuxième axe avec la base p dans l'angle obtus ph^1,

$$19°15'.$$

(*) Toutes les déterminations relatives aux bissectrices ou axes d'élasticité optique rapportées dans ce travail sont extraites de plusieurs savants Mémoires bien connus des physiciens et des minéralogistes, et que nous devons à M. Des Cloizeaux (*Annales des Mines*, t. XI et XIV), mais surtout du grand Mémoire du même auteur qui vient d'être imprimé dans le tome XVIII du *Recueil des Savants étrangers*. Je dois également à cet observateur éminent plusieurs déterminations nouvelles relatives aux axes de propagation thermique de Senarmont, extraites d'un travail inédit qu'il se propose de publier prochainement.

» La *fig.* 2 est destinée à montrer plus clairement comment sont orien-

Fig. 2.



tés par rapport aux faces naturelles les trois axes de dilatation dans un cristal de feldspath orthose du Saint-Gothard.

» C'est sur des cristaux de cette espèce que l'on a pu faire les déterminations plus précises que nous donnerons plus loin avec les valeurs des dilatations axiales.

» Il est à peine nécessaire d'ajouter que, dans l'application des formules (4), (5), (6), l'orientation du cube peut être quelconque autour du premier axe; il est même préférable pour la précision de la taille qu'une de ses faces coïncide avec la base p, ou avec la hauteur h^1 du prisme.

» Il existe une seconde méthode pour trouver la situation des axes et déterminer les dilatations principales, méthode qui présente plusieurs avantages, surtout pour la taille des cristaux, et qui a été généralement employée dans les observations qui vont suivre.

» On prend les mêmes inconnues que précédemment, c'est-à-dire χ, α_1, α_{11}, mais on ne considère que deux directions rectangulaires (A) et (C), et une direction intermédiaire (M) faisant 45 degrés avec chacune des précédentes, toutes trois dans le plan de symétrie; cette direction (M) est normale à une facette tronquant l'arête et également inclinée sur deux faces adjacentes du cube. Exprimant comme précédemment les trois dilatations A, M, C par la formule générale (1), on parvient aux trois formules suivantes :

$$(7) \qquad \text{tang}\, 2\chi = \frac{2(A - M)}{C - A} + 1,$$

$$(8) \qquad \alpha_1 = \frac{1}{2}\left(A + C + \frac{A - C}{\cos 2\chi}\right),$$

$$(9) \qquad \alpha_{11} = A + C - \alpha_1.$$

Les deux dernières sont identiques aux deux correspondantes de la première

méthode. La formule (7) est plus simple et plus facile à calculer que la précedente (4). Comme celle-ci, elle conduït également à deux valeurs rectangulaires, d'où l'on tire à la fois la situation des deux axes, particularité qui tient simplement à ce que les caractères propres aux tangentes permettent de poser

$$\text{tang}\, 2\chi = \text{tang}(2\chi \pm 180).$$

La dilatation suivant le premier axe doit être l'objet d'une détermination à part, si l'on veut compléter les résultats; mais elle n'est pas nécessaire pour ce qui concerne les deux premiers axes. Voici maintenant les observations relatives à plusieurs espèces minérales appartenant à ce système cristallin, avec les orientations variées qui s'en déduisent pour les axes, ainsi que les valeurs des trois dilatations principales ou axiales.

» *Feldspath orthose.* — Une détermination complète a été faite par la seconde méthode, sur un cube extrait d'un cristal du Saint-Gothard (présentant à un faible degré la courbure habituelle de ces cristaux).

» Les désignations restant les mêmes que précédemment, une face du cube se confond avec h^1, une autre avec g^1. Les directions étudiées sont alors respectivement normales (A) à h^1, (B) à g^1, (C) au plan perpendiculaire à ces deux faces, enfin (M) à la troncature également inclinée sur (A) et (C) dans l'angle aigu du prisme (63° 53'); les dilatations mesurées sont les suivantes :

A =	0,0000 1874.00		$\Delta\alpha$ = 1.72
B = −	0,0000 0200.39	(1er axe)	1.57
C = −	0,0000 0114.67		1.30
M =	0,0000 1139.24		1.18

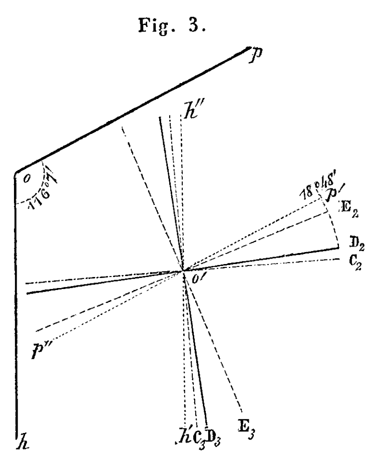
» Ces nombres, mis dans les formules (7), (8), (9), donnent

$$\chi = -7^\circ 19'$$
$$\alpha_{1} = -0{,}0000\,0148 \quad (3^e \text{ axe})$$
$$\alpha_{11} = 0{,}0000\,1907 \quad (2^e \text{ axe})$$

» La formule donnant χ, positif dans l'angle aigu à partir de h^1, l'orientation résultante est pour le deuxième axe à partir de p dans l'angle obtus : 18° 48'. On remarquera que, suivant le premier et le troisième axe, il y a dilatation négative ou contraction ; que, suivant le deuxième axe, au contraire, il y a une dilatation considérable. La *fig.* 3, ainsi que les suivantes, est une section, suivant le plan de symétrie, destinée à donner une idée précise de l'orientation et de la situation relative des trois différents couples

d'axes rectangulaires. L'angle en O de $116°7'$ est l'angle d'obliquité du prisme de l'orthose, p la base, suivant le clivage dominant, h la hauteur.

Fig. 3.



» D_2, D_3 désignent les axes de dilatation, D_2 sur $p' = 18°48'$.

» E_2, E_3 sont les axes d'élasticité optique (bissectrice), E_2 sur $p' = 4°30'$.

» C_2, C_3 sont les axes de propagation thermique, C^2 sur $p' = 22°7'$.

» Les observations ci-dessus donnent encore :

Dilatation cubique.	= 0,0000 1558.9	$\Delta\alpha = 4.59$
Dilatation linéaire moyenne. .	= 0,0000 0519.6	1.53

» Une seconde série d'expériences a été faite pour contrôler ces résultats; un autre cristal d'orthose adulaire de provenance différente a été taillé en cube orienté, à très-peu près, suivant les directions axiales que l'on vient d'assigner, les trois axes de dilatation normaux aux faces. On a ainsi trouvé directement les nombres suivants, dont la concordance avec les précédents sera sans doute jugée suffisante :

1er axe.	− 0,0000 0203.0	$\Delta\alpha = 1.28$
2e axe.	0,0000 1905.2	1.06
3e axe.	− 0,0000 0150.7	1.46
Dilatation cubique. . . .	= 0,0000 1551.5	3.80
Dil. linéaire moyenne . .	= 0,0000 0517.2	1.27

» On a ensuite transformé le cube en cubo-octaèdre par huit troncatures suivant les angles, ce qui a donné, avec le cube, l'octaèdre de dilatation moyenne. Les deux observations suivantes ont été faites, la première suivant une direction comprise dans l'angle (*fig.* 3) $h'p''$, la seconde dans

l'angle $p''h''$:

	0,0000 0506.7
	0,0000 0531.4
Moyenne.	0,0000 0519.0

La moyenne des deux nombres s'accorde bien avec la dilatation moyenne précédente, ce qui autorise à attribuer à un léger défaut d'orientation, suivant le plan de symétrie, la différence qui existe entre les deux nombres eux-mêmes.

» *Épidote.* — Cristal vitreux très-net du Brésil. Mêmes désignations que pour le feldspath, mais direction (A) normale à p, et (M) dans l'angle obtus du prisme.

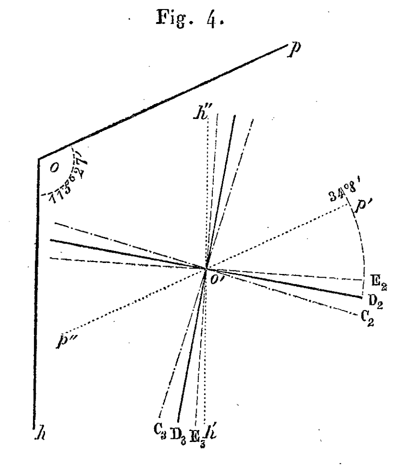
		$\Delta\alpha$
A = 0,0000 0849.17		= 2.18
B = 0,0000 0913.26	(1er axe)	2.55
C = 0,0000 0571.12		2.93
M = 0,0000 0361.14		1.74

Avec les formules (7), (8), (9), on déduit

$$\chi = 34^\circ 8'$$
$$\alpha_1 = 0,0000\,0334 \quad (2^e \text{ axe})$$
$$\alpha_{11} = 0,0000\,1086 \quad (3^e \text{ axe})$$

» La *fig.* 4 représente la distribution des axes dans l'épidote :

Fig. 4.



Angle d'obliquité.	= 115° 27'
D_2 sur p'.	= 34° 8'
E_2 »	= 29° 41'
C_2 »	= 40° 27' (?)

» Les mêmes observations fournissent de plus les données numériques suivantes :

Dilatation cubique. . . .	$= 0{,}0000\ 2333.5$	$\Delta\alpha = 7.66$
Dil. linéaire moyenne. . .	$= 0{,}0000\ 0777.8$	2.55

» Comme vérification, un autre cristal du Brésil a été taillé normalement à la direction D_3, de manière à permettre de mesurer la dilatation suivant le troisième axe. L'observation a donné :

$$3^e \text{ axe} \ldots\ldots = 0{,}0000\ 1081$$

» *Pyroxène augite.* — Cristal de Westerwald, assez net, mais présentant plusieurs fractures intérieures. Désignations identiques à celles de l'épidote, sauf la direction (A) qui est normale à la hauteur *h*.

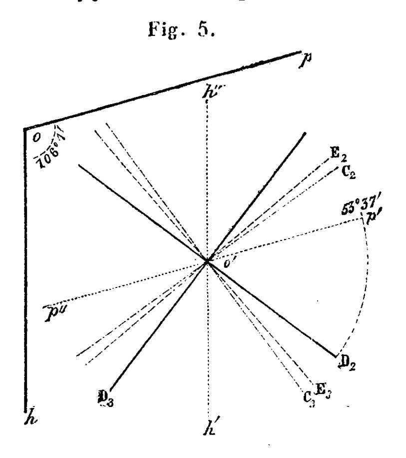
$A = 0{,}0000\ 0465.25$		$\Delta\alpha = 1.50$
$B = 0{,}0000\ 1385.60$	(1er axe)	0.76
$C = 0{,}0000\ 0597.85$		1.34
$M = 0{,}0000\ 0280.58$		2.08

Les mêmes formules conduisent aux nombres

$$\chi = -37^\circ 36'$$
$$\alpha_1 = 0{,}0000\ 0791 \quad (3^e \text{ axe})$$
$$\alpha_{11} = 0{,}0000\ 0272 \quad (2^e \text{ axe})$$

» La *fig.* 5 se rapporte au pyroxène augite; on y trouve trois axes voi-

Fig. 5.



sins, notés D_2, E_3, C_3, par suite de la convention faite d'appeler deuxième

axe le plus près de la normale à h :

Angle d'obliquité.	$= 106^\circ\ 1'$
D_2 sur p'.	$= 53^\circ 37'$
E_3	$= 67^\circ\ 7'$
C_3	$= 71^\circ\ 7'$

» Il résulte des mêmes observations :

Dilatation cubique. . . .	= 0,0000 2448.7	$\Delta\alpha = 3.60$
Dil. linéaire moyenne . .	= 0,0000 0816.2	1.20

» Un autre cristal d'augite de même nature a été taillé pour être observé suivant le troisième axe. La concordance est ici moins satisfaisante entre le calcul et l'observation, ce qui paraît dépendre de l'imperfection des cristaux. On a trouvé, en effet,

3[e] axe. . . . . . . = 0,0000 0811

» *Amphibole.* — Le cristal observé a présenté une particularité singulière, celle d'absorber et de perdre facilement l'humidité de l'air en changeant de volume, surtout dans la direction normale à la hauteur h. Cette propriété, qui ressemble à celle du tissu ligneux, a rendu les expériences difficiles et peu certaines; elles doivent être tentées de nouveau avec d'autres cristaux de variétés moins fibreuses. On s'est donc borné à faire une première détermination de la dilatation cubique de l'amphibole par les trois mesures suivantes (mêmes désignations que précédemment) :

	A = 0,0000 0805.1	$\Delta\alpha = 3.74$
	B = 0,0000 1021.7	0.62
	C = 0,0000 0770.3	1.69
Dilatation cubique. . . .	= 0,0000 2597.1	6.05
Dil. linéaire moyenne . .	= 0,0000 0865.7	2.02

Azurite de Chessy. — Cristal isolé, assez net, mais présentant des faces un peu courbes surtout sur les bords. Désignations et directions observées identiques à celles de l'épidote :

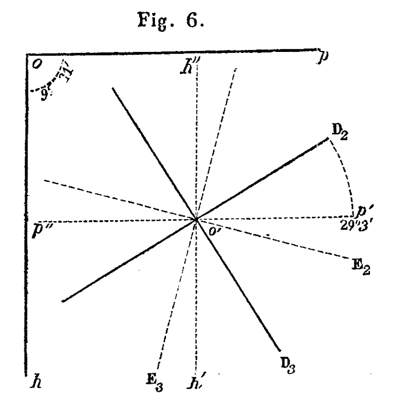
A = 0,0000 0415.50		$\Delta\alpha = 2.78$
B = 0,0000 1258.93	(1[er] axe)	2.03
C = 0,0000 1567.30		3.86
M = 0,0000 0066.66		1.72

» Les formules (7), (8), (9) conduisent aux nombres suivants :

$$\chi = -\ 29^\circ 3'$$
$$\alpha_{\prime} = \quad 0,0000\,2081 \quad (2^e \text{ axe})$$
$$\alpha_{\prime\prime} = -\ 0,0000\,0098 \quad (3^e \text{ axe})$$

On peut remarquer ici un nouvel exemple de contraction que présente le troisième axe; on voit de plus que la dispersion azimutale des axes ne paraît pas en rapport avec le plus ou moins d'obliquité du prisme, car dans l'azurite (ou chessylite) l'angle de p sur h (*fig.* 6) diffère peu de 90 degrés,

Fig. 6.



et cependant l'angle azimutal de D_2 est très-grand. La situation des axes thermiques n'a pas encore été déterminée pour cette substance :

Angle d'obliquité	$= 92^\circ 21'$
D_2 sur p' (dans l'ange aigu). . .	$= 29^\circ\ 3'$
E_2 sur p' (dans l'angle obtus). .	$= 15^\circ\ 0'$

Enfin on déduit des mêmes observations :

Dilatation cubique	$= 0,0000\,3241.7$	$\Delta\alpha = 8.67$
Dilatation linéaire moyenne. .	$= 0,0000\,1080.6$	2.89

» *Gypse de Montmartre.* — Un cristal très-homogène, dont le clivage dominant (c'est ici le plan de symétrie) était d'une netteté remarquable, a été taillé en cube orienté sur le clivage fibreux. Les désignations étant les mêmes que précédemment, il suffit d'ajouter que la direction (A) est normale au clivage fibreux; que (D), (E) sont celles qui ont été spécifiées page 1075; enfin que (M), (M)' ont été obtenues par les mêmes troncatures, légèrement retouchées du côté de l'angle aigu du prisme. Les directions étudiées ont été assez nombreuses sur cette substance pour obtenir quatre

déterminations de l'angle χ : deux par les directions à 54° 44' [formules (4), (5), (6)] et deux par les directions à 45 degrés [formules (7), (8), (9)]. Voici les observations :

A = 0,0000 2746.40	$\Delta\alpha$ = 2.88
B = 0,0000 4163.40 (1er axe)	9.36
C = 0,0000 0344.05	1.64
D = 0,0000 1944.84	3.15
E = 0,0000 1938.10	3.81
M = 0,0000 0868.89	− 0.06
M' = 0,0000 0866.85	0.42

Le résultat des calculs est le suivant :

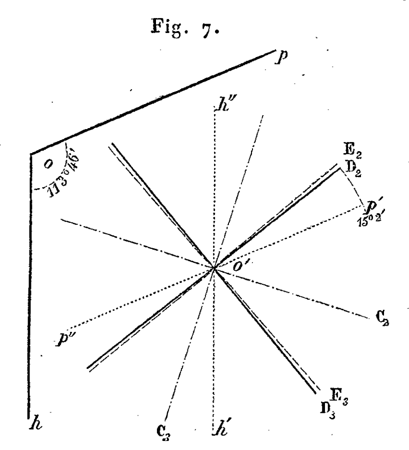
$$\chi = \begin{cases} 15^\circ 17' \\ 15^\circ 27' \\ 14^\circ 41' \\ 14^\circ 44' \end{cases}$$

Moyenne... 15° 2'

$\alpha_{\prime} = 0,00000157$ (2e axe)
$\alpha_{\prime\prime} = 0,00002933$ (3e axe)

» On peut remarquer sur la *fig.* 7 qu'il y a dans le gypse une coïncidence

Fig. 7.



presque complète entre les axes de dilatation D et les axes d'élasticité optique E. La bissectrice aiguë des axes optiques correspond à E_2 dans la figure; sa situation a été prise pour la température $\theta = 40^\circ$, à laquelle toutes les mesures précédentes ont été rapportées; son angle avec p' est donc

un peu plus grand qu'à la température ordinaire [M. Neumann (*)]; on voit de plus que les axes de conductibilité de Senarmont sont au contraire très-écartés des axes de dilatation :

Angle d'obliquité.	$=113^{\circ}46'$
D_2 sur p' (dans l'angle aigu). . . .	$=15^{\circ}\ 2'$
E_2 sur p' (dans l'angle aigu). . . .	$=39^{\circ}35'$
C_2 sur p' (dans l'angle obtus) . . .	$=39^{\circ}46'$

» Voici, de plus, la dilatation cubique du gypse telle qu'elle résulte des mesures précédentes :

Dilatation cubique	= 0,0000 7254	$\Delta\alpha = 13.88$
Dilatation linéaire moyenne. .	0,0000 2418	4.63

» Enfin, une vérification a été faite sur un cristal de gypse blanc dans une direction très-voisine du deuxième axe, où l'on a trouvé le nombre

0,0000 0159.8

» Je demande la permission, en terminant ce Mémoire, de remettre à une autre communication plusieurs développements dont ces recherches paraissent susceptibles, et pour lesquels les expériences et les calculs ne sont pas encore terminés. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Note sur deux phénols isomériques, les xylénols;* *par* **M. Ad. Wurtz.**

« J'ai indiqué l'année dernière, avec MM. Dusart et Kekulé, un procédé propre à convertir les hydrocarbures aromatiques en phénols, et à l'aide duquel j'avais obtenu artificiellement le phénol, le crésylol et un alcool dérivé de la naphtaline, que je pensais être le naphtol, mais qui avait donné à l'analyse les nombres exigés par l'oxynaphtol $C^{10}H^{6}\left\{\begin{matrix}OH\\OH\end{matrix}\right.$ (**). Le procédé dont il s'agit consiste à traiter les hydrocarbures aromatiques par l'acide sul-

(*) M. Neumann avait, de plus, conclu des expériences de Mitscherlich qu'il y avait un minimum de dilatation pour le gypse dans une direction faisant un angle de 12 degrés avec le clivage fibreux.

(**) Ce corps s'était formé sans doute par l'action de la potasse sur l'acide disulfonaphtalique $C^{10}H^{6}\left\{\begin{matrix}SO^3H\\SO^3H\end{matrix}\right.$, formé en même temps que l'acide monosulfonaphtalique par l'action de l'acide sulfurique fumant sur la naphtaline.

furique fumant, ou, comme le fait M. Dusart, simplement par l'acide sulfurique, et à décomposer par la potasse fondante les acides sulfo-conjugés ainsi obtenus. Mon intention était de l'appliquer à la préparation de divers nouveaux phénols ou oxyphénols; mais comme d'autres chimistes s'occupent du même sujet (1), je ne crois pas devoir continuer mes expériences, me bornant à publier celles qui ont été faites dans le cours de l'hiver dernier.

» Elles ont pour objet la transformation du xylène en un xylénol et ont conduit à ce résultat intéressant que ce carbure d'hydrogène donne naissance à deux phénols isomériques l'un avec l'autre, un xylénol solide et un xylénol liquide.

» Du xylène bouillant à 139 degrés, et qui avait passé entièrement entre 138 et 140 degrés, a été agité avec le double de son volume d'acide sulfurique ordinaire. Il s'y est dissous, et, pour compléter la dissolution, on a eu soin de chauffer légèrement au bain-marie. L'acide sulfoxylénique ainsi formé a été converti en sel de baryum, puis en sel de potassium, et ce dernier a été fondu au creuset d'argent avec le double de son poids de potasse. Le xylénol ainsi formé a été séparé par l'acide chlorhydrique et dissous dans l'éther.

» Le liquide qui est resté après l'évaporation de l'éther a passé à la distillation à 210 degrés environ. Conservé pendant les grands froids de cet hiver, il s'est pris en une masse de cristaux. Ceux-ci ont été séparés d'une eau-mère demeurée liquide, par compression entre des feuilles de papier non collé. Les cristaux ont été dissous dans l'éther, et la solution éthérée a été soumise à l'évaporation spontanée jusqu'à ce que la plus grande partie de l'éther fût volatilisée. Alors le tout a été déposé de nouveau sur du papier non collé qui a absorbé l'eau mère éthérée. Après une nouvelle et très-forte compression, on a obtenu une matière sèche, qui a été purifiée par distillation. C'est le xylénol solide.

» D'autre part, les papiers imprégnés de la partie du produit brut demeurée liquide, ont été distillés avec de l'eau. Les vapeurs de celle-ci ont entraîné un produit liquide, presque insoluble dans l'eau. Ce produit, séché et purifié par distillation, constitue la modification liquide du xylénol.

» *Xylénol solide*, $C^8H^{10}O$. — Ce corps se dépose de sa solution éthérée en lames brillantes et parfaitement incolores. Comprimés, ces cristaux prennent un aspect nacré. Ils fondent à 75 degrés. Le liquide entre en ébullition et bout d'une manière constante à 213°,5, la boule et la tige plon-

(1) M. Wroblveski a publié récemment une Notice dans laquelle il décrit un xylénol liquide.

geant dans la vapeur. Par le refroidissement le xylénol fondu se prend en une masse cristalline d'une blancheur parfaite. En se solidifiant il éprouve une contraction notable, qui dépasse le dixième du volume, pour une différence de température comprise entre 81 et 72 degrés. A une température peu supérieure à son point de fusion, le xylénol émet des vapeurs abondantes qui se condensent, dans la partie supérieure du vase, en cristaux très-légers, très-brillants et d'un blanc de neige.

» Le xylénol solide se dissout abondamment dans l'éther et dans l'alcool. Il est doué d'une odeur phénique très-prononcée et très-persistante. Fondu, il possède une densité de 0,9709 à 81 degrés.

» *Xylénol liquide*, $C^8H^{10}O$. — C'est un liquide parfaitement incolore, très-réfringent, doué d'une forte odeur de phénol. Sa densité à zéro est égale à 1,036; à 81 degrés, elle est égale à 0,9700. Son coefficient de dilatation entre ces limites de température est de 0,000868.

» Il bout à 211°,5 sous la pression de $0^m,7597$, la boule et la tige étant plongées dans la vapeur.

» Le xylénol est miscible en toutes proportions avec l'alcool et l'éther. Il se dissout en très-petite quantité dans l'eau et peut dissoudre lui-même une faible proportion de ce liquide (1).

» Bien que ce corps ne se soit pas solidifié à de basses températures, il est probable néanmoins qu'il tient en dissolution une certaine portion de son isomère solide.

» L'isomérie de ces deux xylénols s'explique d'ailleurs aisément par la position différente du groupe oxhydryle par rapport aux deux chaînes méthyliques que renferme l'hydrocarbure et qui passent intacts dans le xylénol lui-même :

$$\underbrace{C^6H^4\begin{cases}CH^3\\CH^3\end{cases}}_{\text{Xylène.}}\qquad\underbrace{C^6H^3\begin{cases}CH^3\\CH^3\\OH\end{cases}}_{\alpha\text{-Xylénol.}}\qquad\underbrace{C^6H^3\begin{cases}CH^3\\OH\\CH^3\end{cases}}_{\beta\text{-Xylénol.}}$$

(1) Je donne ici les analyses des deux xylénols. Les nombres obtenus pour le xylénol liquide accusaient dans ce produit la présence d'une trace d'eau qu'il a été impossible de séparer par distillation. J'ai réussi à obtenir un produit anhydre en distillant dans le vide le liquide sur quelques fragments de baryte sèche qui retient une grande partie du xylénol en combinaison. Le reste passe sans eau.

	Théorie.	Xylénol solide.		Xylénol liquide.	
		I	II	I	II
Carbone........	78,63	78,47	78,08	78,12	78,66
Hydrogène......	8,19	8,55	8,19	8,28	8,60

» Au reste cette isomérie pourrait exister pour le xylène lui-même, par suite d'une disposition différente des deux chaînes latérales dans la chaîne principale, selon la belle théorie de M. Kekulé. »

GÉODÉSIE. — *Prolongation à travers la Turquie du grand arc méridien Russo-scandinave.* Lettre de **M. Otto Struve** à M. Le Verrier.

« Je me rappelle avec plaisir les sentiments de satisfaction sympathique que vous m'avez témoignés lorsque l'été passé, pendant mon bref séjour chez vous, j'ai recu de Poulkova l'agréable nouvelle que le gouvernement ottoman avait consenti à la continuation, à travers la Turquie, de notre grand arc méridien Russo-scandinave, et que l'Observatoire de Poulkova était invité à prendre la direction scientifique de ce travail. C'était l'ancienne idée chérie de feu mon père, qui, enfin, promettait de trouver sa réalisation.

» Quelque impatient que je fusse dans le temps de faire à ce sujet une communication préalable à l'Académie de Paris, au sein de laquelle cette question a déjà été discutée en 1857, j'ai différé jusqu'à ce qu'il me fût possible de parler de l'entreprise dans des termes plus précis et avec la conviction que les conditions locales ne s'opposaient pas à la continuation projetée de l'arc jusqu'à l'extrémité la plus méridionale de l'Europe. Ce moment étant arrivé, je m'empresse de vous adresser les détails suivants, en vous priant de les porter à la connaissance de l'Académie, qui, par ses antécédents historiques, ne peut guère manquer d'accueillir avec intérêt toute information concernant des travaux qui promettent de contribuer essentiellement à une connaissance plus complète de la figure de la Terre.

» En Russie, les travaux de haute géodésie, à peu d'exceptions près, sont exécutés ou dirigés par des officiers, qui, après avoir fait à Poulkova un cours complet d'astronomie pratique, entrent au service de l'État-major impérial. L'organisation scientifique de ces travaux et leur contrôle par rapport à l'exactitude sont confiés à notre Observatoire. Pour faciliter les fréquentes relations qui nous unissent ainsi avec le Dépôt de la Guerre, nous avons jugé utile, dans les derniers temps, d'attacher toujours un de ces officiers à l'Observatoire central en qualité d'astronome-géographe. A l'époque actuelle, cet emploi est occupé depuis deux ans par le capitaine Kartazzi, officier qui s'est distingué entre autres dans les opérations de la levée trigonométrique du Caucase. C'est pourquoi, lorsque chez vous j'ai reçu la nouvelle mentionnée, l'idée se présenta tout de suite

qu'il serait plus avantageux de charger cet officier de la direction des travaux projetés, et sans perte de temps je lui adressai de Paris l'invitation de procéder sans délai à une reconnaissance préalable du terrain par lequel notre réseau de triangles devait passer, ou plutôt de rechercher dans l'intérieur de la Turquie, encore très-peu connu, la direction la plus favorable à donner à ce réseau. Au commencement de septembre, M. Kartazzi se rendit à Constantinople, accompagné de quatre aides, auxquels se joignirent six officiers de l'État-major turc, que leur gouvernement avait chargés de prêter assistance aux travaux géodésiques de nos voyageurs, en leur facilitant en même temps les voyages dans l'intérieur du pays, où les moyens de communication laissent encore beaucoup à désirer. Par suite de ces arrangements bienveillants, nos voyageurs se louent beaucoup de l'accueil prévenant dont ils ont été l'objet de la part des autorités turques. Après un séjour de quelques semaines à Constantinople, ils se séparèrent pour traverser en différentes directions le territoire à explorer. Depuis un mois, M. Kartazzi est de retour de son voyage, et ses aides l'ont suivi à peu d'intervalle. C'est du Rapport qu'il m'a adressé dans ces derniers jours que j'extrais les détails suivants.

» Le point extrême méridional de l'arc Russo-scandinave, dans son étendue actuelle, est au village de Staro-ne-Krassovka, près d'Ismaïl. Notre dernière base est celle de Tachbounar, à quelques lieues au nord d'Ismaïl, sur la frontière du terrain cédé par le traité de 1856 à la Moldavie. Suivant l'idée primitive de mon père, les triangles, en partant de cette base, devaient passer par la Dobroudja, longer les bords de la mer Noire et ensuite, après avoir traversé la péninsule thracienne, se continuer en partie sur le littoral de l'Asie Mineure, en partie sur les îles de l'Archipel jusqu'à l'île de Crète. Par suite de la reconnaissance effectuée, la première partie de ce programme a dû être modifiée. Les plaines marécageuses de la Dobroudja offrent de très-grands obstacles à l'exécution des opérations géodésiques, en n'admettant que des triangles de très-petites dimensions. En outre, si l'on voulait braver ces difficultés et en même temps le climat notoirement extrêmement malsain de ce pays, de nouveaux obstacles se présenteraient dans le passage du Balkhan, lequel, en se divisant, dans le voisinage de la mer Noire, en plusieurs chaînes parallèles de petite distance entre elles et couvertes de bois épais, n'offre nulle part des vues étendues. Par ces raisons, nos géodésistes proposent de diriger les triangles, en partant de la base de Tachbounar, par Braïlov, le long de la rive gauche du Danube, sur Silistria, de passer le Danube entre cette ville et Roustchouk,

et de traverser ensuite le Balkhan un peu à l'ouest de Schoumna, où les conditions topographiques sont beaucoup plus favorables aux opérations géodésiques. Plus loin, le réseau se dirigera par Andrinople sur les Dardanelles, et longera ensuite les côtes de l'Asie Mineure, ayant toujours au moins un sommet sur l'une des îles de l'Archipel. Dans cette dernière partie, les conditions géodésiques sont des plus favorables; les triangles choisis y sont tous de dimensions bien considérables et d'une forme très-avantageuse. Quoique l'état turbulent de l'île de Crète n'ait pas permis à nos voyageurs de s'y rendre personnellement, au moins on s'est approché suffisamment pour gagner la conviction que la jonction géodésique pourra s'effectuer avec facilité en différents endroits, entre cette île et les stations voisines choisies sur les Sporades et les Cyclades.

» Par la raison indiquée on n'a pas pu encore acquérir la certitude que sur l'île de Crète même il sera possible de mesurer une base convenable d'assez grande étendue; mais les renseignements obtenus par des gens suffisamment instruits qui autrefois ont visité cette île permettent de l'espérer. Dans cette pensée on a projeté de mesurer sur l'arc de Turquie, comprenant 10° 15′ entre les points extrêmes, près d'Ismaïl, et sur l'île de Crète, quatre bases, lesquelles, avec notre base de sortie, diviseront cet arc en quatre parties approximativement égales. Pour les trois autres localités choisies, on s'est déjà convaincu que la mesure des bases et leur jonction avec les triangles principaux n'offriront aucune difficulté. A partir du nord, la première base devra être mesurée sur la pente boréale du Balkhan, entre Silistria et Schoumna, la seconde au sud d'Andrinople, sur la rive gauche de la Maritza, la troisième dans la vallée de la rivière Boujouk-Menderes, et la quatrième enfin sur l'île de Crète. Si cette dernière mesure présente trop d'inconvénients, on transportera l'avant-dernière base au nord de Smyrna dans les environs de la ville de Manisa, et l'on mesurera la dernière sur l'île de Cos, dont la topographie a déjà été examinée sous ce point de vue.

» Le détroit des Dardanelles divise notre arc en deux sections approximativement égales. Du côté sud, le nombre des triangles choisis ne s'élève qu'à dix-huit, tandis que du côté nord, sur la même amplitude, il faudra mesurer au moins de vingt-cinq à trente triangles, sans compter les triangles supplémentaires qui joindront les bases avec le réseau principal. Du côté nord, le nombre nécessaire de triangles n'a pas encore pu être fixé exactement. La saison ayant été trop avancée, nos géodésistes n'ont pu monter, pour choisir les stations les plus favorobles, sur les cimes du Balkhan,

qui toutes étaient déjà couvertes d'une neige profonde; mais au moins on a pu s'approcher d'elles suffisamment pour se convaincre que la jonction géodésique n'offrait nulle part de très-fortes difficultés.

» Dans un pays aussi peu connu que l'est l'intérieur de la Turquie, l'établissement même d'un projet convenable pour des réseaux géodésiques, qui doivent satisfaire à certaines conditions données, réclame naturellement des travaux additionnels dont on peut se dispenser dans les autres pays. Mais les efforts exigés par cette tâche trouvent en eux-mêmes une riche compensation dans l'accroissement de nos connaissances de la géographie générale du pays visité. Ce point de vue n'a pas été négligé par nos voyageurs. Étant munis de cercles prismatiques de Pistor et d'un nombre suffisant de chronomètres, M. Kartazzi et son aide principal, M. Artamonov, ont déjà pu fixer dans leurs excursions de l'hiver passé les positions géographiques de trente et un endroits différents, situés dans les provinces de Boulgarie et de Roumélie, en s'appuyant pour les longitudes sur les positions de Roustchouk, Varna, Slivno, Bourgas et Andrinople, données par mon père dans son Mémoire de 1845 : *Ortsbestimmungen in der Türkei, Klein-Asien und Caucasien*.

» A ces déterminations s'ajoutent une foule de notices topographiques rassemblées sur les lieux, qui changeront en forte proportion l'aspect des meilleures cartes géographiques qu'on possède aujourd'hui sur ces provinces. C'est ainsi, par exemple, que la rivière en apparence très-notable indiquée dans la carte de M. Kiepert entre les villes d'Andrinople et Eski-Saghra, sous le nom de Sluju ou Jaus Dere, n'existe pas en réalité, ou, si elle existe sous ce nom, elle ne tombe pas en direction ouest-est dans la Tundja, mais en direction nord-sud directement dans la Maritza, et tous les autres affluents de la Tundja indiqués dans la même carte doivent subir des corrections analogues. En correspondance avec cette faute, la carte de M. Kiepert indique ici une faible chaîne de montagnes en direction ouest-est, tandis qu'en réalité il y existe une chaîne assez considérable en direction nord-sud et qui suit de très-près le cours de la Tundja jusqu'à son embouchure dans la Maritza.

» Un autre de nos voyageurs étant chargé d'examiner s'il était possible, en cas que les opérations géodésiques le long du littoral de l'Asie Mineure fussent trouvées impraticables, de mener le réseau à travers la Grèce jusqu'en Crète, se dirigea de Roustchouk par Sofia en Macédoine et Thessalie. Les renseignements obtenus par lui sur le lieu concernant l'objet principal de son voyage, n'ont pas été assez favorables pour nous engager

à abandonner le projet primitif; mais en revanche il nous a apporté une foule de données géographiques qui prouvent que, dans toute l'étendue de son voyage, la confusion existante dans les cartes modernes du pays est presque incroyable.

» Mais revenons à notre projet de travail futur. Nous espérons pouvoir commencer en peu de mois les mesures trigonométriques proprement dites. Dans ce moment on s'occupe chez nous de l'examen et de la préparation des instruments destinés à ce travail, et je compte bien être en état d'expédier d'ici MM. Kartazzi et Artamonov dans le courant du mois de mai. Probablement les mois d'été, peu favorables en général dans ces pays, à cause des grandes chaleurs, aux mesures proprement géodésiques, seront voués cette année par préférence à l'érection des signaux et à la reconnaissance ultérieure des sommets du Balkhan pour l'établissement définitif du réseau; mais, à la fin d'août, on pourra déjà procéder aux mesures trigonométriques pour lesquelles les mois de septembre et d'octobre offrent les conditions atmosphériques les plus favorables.

» Pour faire avancer les opérations plus rapidement, il serait sans doute très-avantageux d'envoyer à la fois deux expéditions, dont l'une, sans gêner l'autre, pourrait s'occuper de la section boréale de l'arc, l'autre de la section méridionale; mais, pour cette année, nous nous contenterons probablement d'envoyer une seule expédition; quelque considérable que soit déjà le nombre d'officiers formés à Poulkova par M. Dollen, il est encore bien loin de suffire à toutes les opérations géodésiques entreprises par l'État-major impérial dans notre vaste patrie. C'est pourquoi le concours des officiers turcs nous sera très-précieux. On s'occupera d'abord de la section boréale de l'arc, non-seulement à cause des plus grandes difficultés locales qu'il y aura à surmonter, mais aussi parce que les conditions politiques où se trouve malheureusement l'île de Crète ne permettent pas encore de se prononcer définitivement sur le choix des derniers triangles et des localités pour la mesure des bases.

» Quant aux stations astronomiques où il faudra déterminer les latitudes et les azimuts, il nous paraît utile d'abandonner dorénavant les règles suivies jusqu'ici généralement dans les travaux analogues. Eu égard aux facilités que nous offre le perfectionnement moderne des moyens instrumentaux, nous comptons faire lesdites déterminations sur tous les sommets de triangle sans exception, et je crois que ce procédé ne pourra manquer d'être avantageux à l'exactitude des résultats à déduire. Autrefois il fallait ériger sur toutes les stations astronomiques des observatoires temporaires, et on

dépensait un temps énorme dans le but de renfermer les erreurs probables des déterminations dans des limites plus étroites. Pour ne pas trop augmenter les dépenses et en même temps la quantité de travail, on se contentait donc en général d'un nombre très-modique de stations astronomiques. Aujourd'hui on est sûr de fixer les latitudes à l'aide des cercles verticaux portatifs de Repsold, dans une couple d'heures après l'arrivée sur le point, avec l'erreur probable de tout au plus une demi-seconde, et cela en se servant d'un simple statif en bois au lieu de piliers maçonnés. En répétant la détermination plusieurs fois et sur différents arcs du cercle divisé, on parviendra naturellement à renfermer l'erreur probable dans des limites encore plus étroites; mais, en admettant même qu'elle reste de toute une demi-seconde, elle sera toujours très-petite comparativement aux effets de l'attraction locale dont la valeur probable, d'après les recherches de M. Clarke, s'élève à 1",75. Évidemment l'influence de ces attractions locales sur les résultats à déduire concernant la figure de la Terre sera diminuée en proportion qu'on augmentera le nombre des positions astronomiques; et en même temps on diminuera également l'effet des petites erreurs restantes dans les déterminations isolées. En outre, nous gagnerons ainsi des matériaux plus riches pour l'étude des attractions locales elles-mêmes; étude qui jusqu'ici, faute de données plus détaillées, n'a guère pu être entamée.

» Ce n'est que la triangulation de la Grande-Bretagne qui, sous ce rapport, fait une exception remarquable. Aussi c'est cette particularité, nommément la quantité considérable des déterminations astronomiques, qui donne à cette triangulation un poids relativement supérieur dans la déduction de la figure générale de la Terre. Sans doute, il sera bon de suivre cet exemple ou plutôt de le développer encore. Dans cette vue, je me propose aussi de représenter à notre Gouvernement, en temps opportun, combien il serait à désirer que le nombre des positions astronomiques sur notre grand arc de méridien fût encore considérablement augmenté.

» J'ai dit plus haut que l'arc de méridien turc comprendra 10° 15' entre ses points extrêmes. En ajoutant cet arc à notre arc Russo-scandinave, nous aurons un total de 35° 35' entre la mer Glaciale et l'île de Crète, ou bien entre les latitudes 70° 40' et 35° 5'.

» La carte générale de l'Europe nous apprend du premier coup d'œil que c'est effectivement le plus grand arc de méridien qu'on puisse mesurer en Europe, comme dans l'autre direction l'arc de longitude de 69 degrés entre Valentia en Irlande et Orsk sur la frontière des steppes des Kirghises, dont nous venons de terminer la mesure avec la coopération des géodésistes

allemands, belges et anglais, offre également la plus grande étendue qu'on puisse atteindre en Europe sous le même parallèle. Pour gagner encore de plus grandes amplitudes, il faudrait passer dans les autres continents. Par rapport à l'arc de longitude, il n'y a point d'obstacle naturel qui s'oppose à une continuation à travers la Sibérie, excepté les vastes steppes des Kirghises entre Orsk et Semipalatinsk. Mais pour une continuation ultérieure ininterrompue de notre arc de méridien vers le sud, les chances ne sont que très-faibles, à cause de la distance d'environ 3 degrés qui sépare l'île de Crète de la côte la plus proche de l'Afrique. Sans doute, par rapport à une jonction directe des triangulations européennes avec le continent africain, les conditions se présentent beaucoup plus favorablement pour l'arc de France. En considérant l'importance scientifique d'une telle opération, j'ose exprimer l'espoir que les projets conçus à ce sujet seront enfin mis à exécution. »

CHIMIE. — *Faits pour servir à l'histoire du persulfure d'hydrogène.* Note de **M. A.-W. Hofmann**, communiquée par M. Cahours.

« Le persulfure d'hydrogène observé pour la première fois par Scheele fut ensuite examiné par Berthollet; mais notre connaissance de ce corps remarquable est due presque exclusivement à Thenard (1), qui, peu après la découverte du peroxyde d'hydrogène, soumit le persulfure à une étude approfondie. La composition de cette substance est néanmoins restée douteuse. Thenard constata seulement que les échantillons examinés par lui renfermaient le soufre en proportions variables, mais toujours supérieures à celles qui devaient exister dans une combinaison sulfurée correspondante au peroxyde d'hydrogène.

» Si quelques auteurs se sont permis d'exprimer la composition du persulfure d'hydrogène par la formule

$$HS^2,$$

avec ou sans point d'interrogation, ils se sont donc éloignés des faits constatés par l'expérience.

» Des circonstances toutes particulières ont dernièrement attiré de nouveau l'attention des chimistes sur le persulfure d'hydrogène.

» Parmi les essais de chimie technique qu'a fait connaître l'Exposition de 1867, aucun ne devait peut-être exciter autant d'intérêt que ceux qui,

---

(1) Thenard, *Annales de Chimie et de Physique*, t. XLVIII, p. 79.

par les méthodes les plus diverses, cherchaient à rendre à l'industrie les masses de soufre enseveli dans les montagnes de résidus de soude (marcs, charrées). Les chimistes ont surtout admiré les procédés par lesquels, soit M. Schaffnert, soit MM. P.-W. Hofmann et P. Buquet, sont arrivés à résoudre ce problème.

» Dans certaines phases des réactions sur lesquelles se basent ces procédés, il se forme souvent du persulfure d'hydrogène en grandes quantités, et tout dernièrement, en visitant la fabrique de Dieuze, où l'on régénère le soufre sur une immense échelle, j'ai pu me procurer plusieurs kilogrammes de ce remarquable composé sulfuré.

» Cette circonstance fortuite, en mettant entre mes mains d'assez fortes proportions de persulfure d'hydrogène, me permit de jeter quelque jour sur la composition de ce produit.

» Mélange-t-on une dissolution saturée à froid de strychnine dans l'alcool concentré avec une dissolution alcoolique de sulfhydrate d'ammoniaque renfermant un excès de soufre, on voit peu après apparaître dans le liquide des flocons cristallins brillants, et douze heures plus tard les parois du vase sont couvertes de belles aiguilles de couleur orangée dont la longueur atteint souvent plusieurs centimètres. Pour les obtenir à l'état de pureté parfaite, il suffit, après avoir décanté l'eau mère, de les laver avec l'alcool froid. Ces cristaux sont complétement insolubles dans l'eau, l'alcool, l'éther et le sulfure de carbone. En effet, je n'ai pas encore réussi à trouver un dissolvant dans lequel on pût les faire cristalliser.

» L'analyse de cette combinaison m'a conduit à la formule suivante :

$$C^{21}H^{24}N^2O^2S^3 = C^{21}H^{22}N^2O^2, H^2S^3.$$

» Ces cristaux seraient donc une combinaison d'une molécule de strychnine avec une molécule d'un persulfure d'hydrogène dont la composition serait exprimée par la formule

$$H^2S^3.$$

» La combinaison se scinde en effet dans le sens de la formule ci-dessus. Si l'on arrose les cristaux orangés avec de l'acide sulfurique concentré, ceux-ci se décolorent peu à peu par suite de la formation d'un sulfate de strychnine qui se dissout, tandis que le persulfure d'hydrogène se sépare sous la forme d'une huile incolore et transparente. Les gouttes d'huile se conservent pendant quelque temps, mais ne tardent pas à se décomposer en acide sulfhydrique et en soufre.

» L'examen de cette combinaison parfaitement définie de strychnine et

de persulfure d'hydrogène qui se conserve sans altération pendant des mois entiers, laisse peu de doute sur l'existence d'un persulfure d'hydrogène

$$H^2S^3$$

qui serait alors un sesquisulfure. Cependant on conçoit qu'il pourrait exister encore d'autres persulfures d'une composition différente.

» La formation de la combinaison de strychnine que je viens de décrire, et que j'ai préparée à plusieurs reprises avec le même succès, devait me conduire à soumettre à un traitement analogue d'autres alcaloïdes. En effet, j'ai étudié l'action d'une dissolution alcoolique de sulfhydrate d'ammoniaque sur la quinine, la cinchonine, la brucine et quelques autres bases végétales, mais je n'ai observé dans aucun cas l'apparition de phénomènes semblables à ceux que l'on constate en opérant sur la strychnine.

» La combinaison de la strychnine avec le persulfure d'hydrogène est remarquable par son insolubilité. Une solution alcoolique renfermant $2^{gr},03$ de strychnine mélangée avec du sulfhydrate d'ammoniaque en dissolution dans l'alcool, laisse déposer, après douze heures de repos, $2^{gr},287$ de cristaux orangés, c'est-à-dire 87,2 pour 100 de la quantité théorique. Reste à voir si cette propriété de la strychnine, de former avec le persulfure d'hydrogène une combinaison aussi insoluble, ne pourrait être utilisée pour préparer cet alcaloïde, et même dans certains cas pour le séparer de substances auxquelles il pourrait se trouver mélangé. »

M. le Secrétaire perpétuel fait part à l'Académie de la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de *M. J. Plücker*, Correspondant de la Section de Géométrie, décédé à Bonn le 22 mai 1868.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre qui remplira dans la Section de Médecine et Chirurgie la place laissée vacante par le décès de *M. Serres*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 57,

M. Bouillaud obtient.	38	suffrages.
M. Davaine.	11	»
M. Vulpian.	8	»

M. Bouillaud, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation de l'Empereur.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉTÉOROLOGIE. — *Les météores du mois de janvier; par* **M. Chapelas-Coulvier-Gravier.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Laugier, Faye, Ch. Sainte-Claire Deville.)

« Si les idées émises touchant l'origine des étoiles filantes ne sont plus aujourd'hui semblables à celles qui ont été émises en 1860, on peut remarquer cependant que les nouvelles théories établies ne reposent aussi que sur les retours périodiques d'août et de novembre; or, il me semble qu'avant de s'arrêter à une opinion définitive, il serait nécessaire de faire entrer dans la discusion les observations quotidiennes, qui, par le nombre très-considérable de météores qu'elles fournissent, présentent un élément important dans cette intéressante question. C'est ce qui fait l'objet du long et minutieux travail que je viens d'entreprendre et dont je présente la première partie.

» Ce premier travail porte spécialement sur les météores de janvier. Pour éliminer autant que possible les erreurs provenant généralement des moyennes, et pour m'assurer un contrôle certain, j'ai divisé toutes les observations que je fais entrer dans ces recherches en deux séries: la première, de 1847 à 1859; la deuxième, de 1859 à 1869, dont je m'occuperai ultérieurement.

» Les observations faites en janvier pendant la première période me donnent un total de 455 étoiles filantes. M'appuyant sur un fait d'observation très-remarquable, constaté par M. Coulvier-Gravier, et qui, avant lui, avait échappé à tous les observateurs; traitant ensuite tous ces météores d'après les raisonnements et suivant les méthodes de calcul que j'avais employés en 1864 dans un travail important sur les météores d'août, j'ai déterminé successivement le lieu apparent ou point d'émanation des étoiles filantes des seize directions azimutales, et, à l'aide des quantités numériques contenues dans le tableau ci-joint, j'ai calculé également la position d'un centre général de radiation. Par l'inspection d'une figure jointe à ce Mémoire, on peut voir que ces seize centres se trouvent répartis sur une ellipse légèrement inclinée vers l'E., E.-S.-E., et dont les éléments sont

Excentricité : $30° 40'$; *Petit axe* : $69° 30'$; *Grand axe* : $98° 56'$,

le centre général de radiation se trouvant par $14° 14'$ d'azimut et $13° 46'$ de distance zénithale.

Position des seize groupes ou centres d'émanation.

DIRECTION.	AZIMUT.	DISTANCE zénithale.	MOYENNES. DIRECTION.	AZIMUT.	DISTANCE zénithale.	VALEUR approchée du sinus de l'arc zénithal.	VALEUR rectifiée du sinus de l'arc zénithal.
	° ′	° ′		° ′	° ′		
N	199.13	8.45	N-NNE	206.34	17. 6	29	61
NNE	206.28	14. 2	NNE-NE	220.36	34.42	56	56
NE	225. 0	23.12	NE-ENE	216.53	33.42	55	57
ENE	201.29	14. 2	ENE-E	262.52	23.58	41	45
E	288.41	18. 2	E-ESE	317.29	37.18	60	55
ESE	296.34	29.44	ESE-SE	345. 4	45. 0	70	70
SE	348.42	26.34	SE-SSE	354.48	46.47	73	75
SSE	4.24	29.29	SSE-S	3.57	50.23	77	80
S	0. 0	32.37	S-SSO	7.51	52.48	80	82
SSO	17. 6	36.23	SSO-SO	21.10	56.19	82	85
SO	23.57	38.39	SO-OSO	33. 1	51.57	79	83
OSO	59. 2	26.34	OSO-O	68.12	42.31	67	73
O	90. 0	22.37	O-ONO	109.59	45. 0	70	67
ONO	39.49	38.39	ONO-NO	130.14	48.34	75	68
NO	36.52	29. 3	NO-NNO	122.32	37.25	61	67
NNO	90. 0	11.18	NNO-N	123.41	15.57	27	67

Position du centre général d'émanation.

AZIMUT.	DISTANCE ZÉNITHALE.	VALEUR APPROCHÉE du sinus de l'arc zénithal.
14° 14′	13° 46′	23

Mouvement du centre par heure.

SOIR (6h à 10h). AZIMUT.	SOIR (6h à 10h). DISTANCE zénithale.	MINUIT (10h à 2h matin). AZIMUT.	MINUIT (10h à 2h matin). DISTANCE zénithale.	MATIN (2h à 6h). AZIMUT.	MATIN (2h à 6h). DISTANCE zénithale.
10° 57′ + N (N-NNE)	14° 49′	0° 0′	13° 48′	21° 27′ + N	16° 5′

Éléments de l'ellipse.

Excentricité	30° 40′
Grand axe	98.56
Petit axe	69.30
Inclinaison	ESE

» Comme conclusion de ce premier travail, on peut voir que ce premier résultat est sensiblement identique à celui qui a été obtenu pour les météores d'août exclusivement.

» Ce Mémoire est également accompagné d'une carte donnant : 1° la projection sur le plan de l'horizon des 455 météores observés; 2° leur direction moyenne. En examinant ce graphique, on est frappé de l'exactitude des faits que j'ai produits par le calcul, car le centre d'émanation calculé et décrit sur la première figure s'y distingue très-clairement.

» Cette carte fait voir aussi que, contrairement aux idées émises par quelques observateurs, les étoiles filantes viennent indistinctement de tous les points de l'horizon, mais ne partent pas indifféremment de tous les points du ciel. En effet, elles occupent une zone que l'on pourrait appeler *zone d'inflammation* qui aurait une hauteur de 40 degrés, sa base supérieure à 30 degrés du zénith, et sa base inférieure à 20 degrés de l'horizon.

» Dans un prochain travail, je traiterai particulièrement des météores de février. »

« **M. Milne Edwards**, comme doyen de la Faculté des Sciences de Paris, prie l'Académie de vouloir bien soumettre à l'examen d'une Commission spéciale divers travaux de physique faits par M. Jamin et trois des élèves de ce professeur dans le Laboratoire de Recherches fondé récemment à la Sorbonne par M. le Ministre de l'Instruction publique. (*Voir* ci-après.)

» M. Milne Edwards rappelle que des laboratoires de chimie ouverts précédemment pour les élèves du Muséum d'Histoire naturelle fonctionnent actuellement sous la direction de M. Fremy, et il ajoute que M. le Ministre de l'Instruction publique se propose de mettre des laboratoires analogues à la disposition de plusieurs professeurs qui cultivent d'autres branches de la science. Il pense que l'impulsion imprimée de la sorte aux travaux pratiques aura de bons résultats, et il saisit cette occasion pour en remercier publiquement l'Administration supérieure, au nom des étudiants aussi bien qu'au nom des maîtres. »

PHYSIQUE. — *Sur les machines magnéto-électriques.* Mémoire de **MM. Jamin** et **Roger**, présenté par M. Milne Edwards.

(Commissaires : MM. Regnault, Edm. Becquerel, Fizeau.)

« Dans ce travail, nous avons cherché et nous croyons avoir réussi à établir les lois de la production de l'électricité dans les machines magnéto-

électriques. On peut caractériser la formule de ces machines en disant qu'elles empruntent à un moteur sous forme de force une quantité donnée de chaleur et qu'elles la régénèrent par l'intermédiaire d'un courant électrique dans les résistances intérieures et extérieures. La seule question à résoudre était de trouver les lois que suivent les quantités de chaleur empruntées d'une part, régénérées de l'autre.

» Notre machine a été construite par la Compagnie *l'Alliance;* elle se compose de six plateaux tournants, munis chacun de 16 bobines assemblées en tension et formant une résistance totale R de 12 tours du rhéostat. Ces plateaux sont réunis en quantité de manière à former un électromoteur de six machines indépendantes, lançant leur électricité dans un circuit extérieur commun. La résistance de l'ensemble est donc égale à R divisé par 6 ou à 2 tours du rhéostat. On a donné à cette machine des vitesses qui demeuraient constantes pendant chaque série d'expériences, et qui ont varié dans les diverses séries de 350 à 550 tours par minute. La force était empruntée à un moteur à gaz du système Hugon dont la régularité s'est montrée parfaite. Un frein établi à demeure sur l'arbre principal servait à mesurer et à faire varier la force et, par conséquent, la chaleur donnée à la machine. Les chaleurs régénérées dans les résistances extérieures étaient mesurées avec un calorimètre établi dans les conditions habituelles.

» Toutes les expériences ont montré que le nombre C de calories régénérées ainsi dans une résistance extérieure x va d'abord en augmentant avec cette résistance, pour diminuer ensuite jusqu'à zéro quand elle devient infinie. Il atteint un maximum pour une valeur de x égale à R ou à 12 tours du rhéostat; il est exactement représenté par la formule

$$C = \frac{xA^2}{(R+x)^2}.$$

Or on sait que dans le circuit extérieur x d'une pile dont la force électromotrice est A et la résistance intérieure R, la chaleur régénérée est exprimée par la formule de Joule :

$$C = xi^2,$$

ou bien par

$$C = \frac{xA^2}{(R+x)^2}.$$

La machine magnéto-électrique se comporte donc comme le ferait cette pile, mais avec une différence essentielle, c'est que R représente non pas sa résistance intérieure réelle qui est $\frac{R}{6}$, mais celle de chacun des plateaux ou

de chacun des électromoteurs qui concourent à produire le courant total. On peut donc dire que la loi de Ohm s'applique à la machine magnéto-électrique, mais en y faisant une modification essentielle, en supposant que les divers plateaux sont indépendants et que leurs courants s'ajoutent dans le circuit extérieur.

» Il y a entre la pile et notre machine une autre différence importante. La quantité de chaleur C_1 qui est fournie à la pile pendant l'unité de temps est proportionnelle à la force électromotrice et au poids du zinc dissous, c'est-à-dire à l'intensité du courant, de sorte qu'on a

$$C_1 = \frac{A}{R + x},$$

ce qui montre que cette chaleur varie comme les ordonnées d'une hyperbole équilatère. Or la machine magnéto-électrique semble n'être qu'une pile qui emprunterait sa chaleur à un moteur au lieu de la demander à une action chimique, et l'on est porté à penser que la quantité de chaleur qui lui est fournie doit varier suivant la même loi. Il n'en est rien. Cette quantité est représentée par la relation empirique $C' = \beta + \frac{(x - \alpha) A^2}{(R + x)^2}$, dans laquelle α et β sont des constantes. Elle est minimum pour $x = 0$, c'est-à-dire quand le circuit extérieur est nul; elle augmente progressivement jusqu'à devenir égale à $\frac{A^2}{2(R + \alpha)}$ pour $x = R + 2\alpha$; elle décroît jusqu'à β quand x tend vers l'infini, ce qui a lieu lorsque le circuit est ouvert. D'où il suit que si l'on ne touche pas au frein, la marche de la machine se retarde progressivement à mesure que la résistance augmente jusqu'à la valeur de x égale à $(R + 2\alpha)$, pour reprendre ensuite des vitesses croissantes quand le circuit extérieur continuede croître.

» On peut justifier ces lois d'une autre manière : l'expérience mesure d'abord la quantité C ou $\frac{x A^2}{(R + x)^2}$, ensuite l'augmentation de travail $T - T'$ que le moteur fournit à la machine quand, le circuit étant d'abord ouvert, on y introduit ensuite la résistance x. $T - T'$ divisé par l'équivalent mécanique E représente la chaleur cédée par le moteur ou $y - \beta$; on a, par conséquent,

$$\frac{T - T'}{E} = C - \frac{\alpha A^2}{(R + x)^2}.$$

Cette formule permet de calculer E.

» Nos expériences nous ont donné plus de cinquante valeurs de E sensi-

blement concordantes avec celles qui ont été trouvées par d'autres procédés.

» La chaleur empruntée au moteur $\beta + \frac{(x - \alpha) A^2}{(R + x)^2}$ reproduit donc dans le circuit extérieur une quantité $C = \frac{x A^2}{(R + x)^2}$. Suivant la même loi de Joule, elle doit régénérer dans le circuit intérieur un nombre de calories égal à $\frac{A^2 \frac{R}{6}}{(R + x)^2}$, d'où il suit que la différence entre ces quantités, c'est-à-dire

$$C'' = \beta - \frac{\left(\alpha + \frac{R}{6}\right) A^2}{(R - x)^2},$$

représente la chaleur inutilement dépensée. Nos expériences ont montré qu'elle est égale aux deux tiers de celle qui a été empruntée au moteur.

» Les divergences que nous venons de signaler entre les lois de la machine magnéto-électrique et celles de la pile peuvent s'expliquer par une hypothèse qui nous paraît très-vraisemblable : une portion de la chaleur C'' qui n'est pas utilisée doit être employée à vaincre les résistances passives, elle est constante, désignons-la par M; une seconde partie doit être employée à produire dans les aimants fixes une réaction qu'il est impossible d'évaluer expérimentalement, mais qui doit se traduire par une absorption de calories. Celle-là est variable, appelons-la C'''; on a

$$C''' = (\beta - M) - \frac{\left(\alpha + \frac{R}{6}\right) A^2}{(R + x)^2}.$$

Il faut donc admettre que cette réaction augmente avec la valeur de x et prend son maximum quand le circuit est ouvert.

» Ces lois reconnues et vérifiées, nous avons songé à étudier la seule application qu'on ait faite de ces machines, la lumière électrique. Toutes les fois qu'on interpose un régulateur dans le trajet du courant, la vitesse de la machine se ralentit comme elle le fait par l'interposition d'un fil métallique. L'arc oppose donc au passage des courants une résistance x que l'on peut évaluer en cherchant quel nombre de tours de rhéostat il faut interposer dans le circuit pour produire un ralentissement égal dans la vitesse de la machine. Cela fait, nous avons comparé la chaleur dégagée par cet arc à celle qui est régénérée dans cette résistance, et nous avons trouvé que toutes deux étaient rigoureusement égales. Nous sommes donc portés à penser que les deux charbons de la lampe électrique n'agissent pas autre-

ment qu'un fil métallique, soit par la chaleur qu'ils régénèrent, soit par la diminution qu'ils produisent dans l'intensité du courant.

» Cette chaleur de l'arc est très-faible, à peine égale à celle d'un bec de gaz qui brûlerait un litre par minute. Or, pour obtenir ce résultat, il a fallu consommer dans le moteur Hugon 100 litres de gaz; la chaleur retrouvée ne dépasse donc pas le centième de la chaleur employée. Mais si elle est faible, comme elle est concentrée sur un espace très-étroit, sur les pointes de charbon, elle y développe une température énorme, et par suite une quantité de lumière qui est à peu près deux fois égale à celle qu'on obtiendrait si l'on brûlait directement les 100 litres de gaz qu'on dépense pour la produire, et même égale à quatre fois celle-ci si l'on se sert de charbons préparés par M. Carré.

» Ainsi perte énorme de chaleur d'une part, gain remarquable de lumière de l'autre.

» Il n'y a rien de paradoxal dans ce résultat. La machine magnéto-électrique n'utilise, il est vrai, qu'une faible portion de la chaleur absorbée, mais elle la recueille disséminée dans un grand espace pour la concentrer sur un petit volume; elle la prend à une basse température pour produire un échauffement énorme des charbons; elle la trouve à l'état de chaleur obscure pour en faire de la lumière; elle diminue sa quantité, elle transforme sa nature; elle dépense des radiations calorifiques qui ne coûtent rien, elle en fait des radiations lumineuses qui coûtent cher, et finalement elle les donne à meilleur marché que toute autre source d'éclairement. »

PHYSIQUE. — *Sur la compressibilité des liquides.* Note de **MM. Jamin, Amaury** et **Descamps**, présentée par M. Milne Edwards.

(Commissaires : MM. Regnault, Edm. Becquerel, Fizeau.)

« Occupés de recherches qui exigent la connaissance exacte de la compressibilité des liquides, nous avons employé une méthode nouvelle pour la mesurer directement. On sait que la pression détermine un effet complexe et quelle change à la fois le volume du liquide et celui du vase; d'où la nécessité de corriger la compressibilité apparente de l'action exercée sur le piézomètre, et c'est sur ce point qu'ont échoué la plupart des expérimentateurs. Œrstedt crut pouvoir négliger toute correction, Colladon et Sturm en firent une, mais inexacte, et M. Regnault fut obligé de demander à M. Lamé des formules fondées sur la théorie de l'élasticité, formules malheureusement assez compliquées. Il réussit à mesurer exactement la compressibilité

du mercure; mais quelques années après, Wertheim, reprenant la question avec des idées nouvelles, contesta ces formules, les modifia, et M. Grassi reprit à nouveau, et en collaboration avec Wertheim, cette question si controversée.

» Il est évident qu'on ne parviendra à lever les doutes qui subsistent sur ce sujet qu'en s'affranchissant de ces corrections fondées sur la théorie et en remettant la question à l'expérience pure et simple : la méthode que nous avons adoptée satisfait à cette condition.

» Un piézomètre en verre composé d'un gros réservoir et d'une tige calibrée, très-fine, jaugé avec les soins convenables, rempli du liquide bouilli qu'on veut étudier, est mis en communication avec un manomètre à air libre. Toute augmentation de pression fait baisser le niveau du liquide dans l'appareil, et on mesure la compressibilité apparente. Nous la désignons par c.

» Il est clair qu'elle est la somme de la diminution de volume éprouvée par le liquide et de l'agrandissement de capacité du vase, et que pour connaître celle-là il faudrait mesurer celle-ci.

» On y parvient en plongeant le piézomètre tout entier dans un vase fermé, rempli d'eau et communiquant à l'extérieur par un tube thermométrique correcteur, gradué, jaugé et autant qu'il se peut identique avec la tige du piézomètre. Tout agrandissement de ce piézomètre refoule l'eau extérieure, la fait monter dans le tube et se mesure par ce déplacement que l'on observe et que nous appellerons c'.

» On évite les changements de température en plongeant le tout dans une grande cuve à eau dont la capacité est environ égale à un mètre cube; pour éviter les changements de pression, si minimes qu'ils soient, de l'eau qui enveloppe le piézomètre, on avait eu soin de recourber horizontalement le tube correcteur.

» Les expériences étaient faites d'abord à la pression atmosphérique : on observait les deux niveaux pendant un quart d'heure, de minute en minute, afin de connaître la marche de leurs variations progressives déterminées par les changements réguliers de la température. Après quoi on augmentait la pression pour continuer la même observation pendant le quart d'heure suivant, et on continuait ainsi, en croisant toujours les observations aux pressions hautes ou bases.

» Ces précautions avaient pour but de rechercher, si elles existent, les variations de température que déterminent les changements de pression : elles ne manqueraient pas d'introduire des perturbations considérables dans

la marche des niveaux, car le piézomètre et le vase correcteur sont deux thermomètres d'une prodigieuse sensibilité : nous n'avons rien reconnu de semblable.

» Ce point réglé, nous avons construit les courbes de toutes les valeurs de c et de c' en prenant les pressions pour abscisses. Ces courbes sont deux lignes droites parfaitement régulières : la compressibilité du liquide et la dilatabilité du verre sont donc proportionnelles à la pression.

» Ces deux lignes ont pour équation

$$c = p \tang \alpha, \quad c' = p \tang \alpha';$$

par conséquent la compressibilité réelle $c - c'$ est donnée par la relation

$$c - c' = p (\tang \alpha - \tang \alpha')$$

et le coefficient de compressibilité par

$$\mathrm{E} = \frac{c - c'}{p} = \tang \alpha - \tang \alpha'.$$

Toutes les observations concourent à fixer les valeurs moyennes de $\tang \alpha$ et de $\tang \alpha'$, et la valeur de E que l'on calcule ensuite est le résumé de toutes les mesures.

» Nous avons appliqué cette méthode à celui des liquides qui se comprime le moins et pour lequel la correction est presque égale à la compressibilité. Nos résultats sont plus faibles que ceux de M. Regnault, et sensiblement égaux à ceux que M. Grassi a calculés d'après les formules de Wertheim. Tout prouverait donc que ces formules sont les bonnes. On voit de quelle utilité il était d'avoir une méthode expérimentale qui pût trancher la question. »

M. Savary adresse une Note portant pour titre « Piles voltaïques à soufre, charbon et cuivre; à sels de fer et chlorure de sodium mélangés; à acides, charbon et cuivre divisé. — Intensité des couples de dimensions différentes ».

(Commissaires précédemment nommés : MM. Becquerel, Fizeau.)

M. Zaliwski-Mikorski adresse une Note concernant les « décompositions voltamétriques ».

(Commissaires : MM. Becquerel, Fizeau.)

L'Académie reçoit, pour les divers concours dont le terme expire le

1er juin 1868, outre les ouvrages imprimés, mentionnés plus loin au *Bulletin bibliographique*, les Mémoires suivants :

CONCOURS POUR LE PRIX DES ARTS INSALUBRES.

M. Melsens. — Quatre Mémoires relatifs à l'emploi de l'iodure de potassium contre les affections saturnines et mercurielles, etc.

MM. Lemaire et **Tabourin.** — *Mémoire relatif à la révivification de l'acide arsénique employé dans la fabrication des couleurs d'aniline, et spécialement de la fuchsine.*

M. Bonjean. — *Mémoire pratique sur l'emploi médical de l'ergotine*, accompagné d'un résumé manuscrit.

Ce Mémoire est également destiné par l'auteur aux concours du prix Barbier et des prix de Médecine et de Chirurgie.

CONCOURS POUR LE PRIX DE MÉCANIQUE.
(FONDATION MONTYON.)

M. A. Peyret. — Note relative à un nouveau moteur.

CONCOURS POUR LES PRIX DE MÉDECINE ET DE CHIRURGIE.
(FONDATION MONTYON.)

M. Loewemberg. — *Mémoire sur la lame spirale du limaçon de l'oreille* (1re partie imprimée, 2e partie manuscrite).

M. Th. Roussel. — *Études sur les maladies céréales, ou maladies de formes epidémique, endémique ou sporadique, produites par des céréales altérées ou par des grains de graminées toxiques.*

M. Pierreson. — *De la diplégie faciale.*

Ce Mémoire est accompagné d'un résumé manuscrit.

M. Faure. — *Recherches sur les effets de la réfrigération dans certains cas d'empoisonnement.*

M. F. Saint-Cyr. — *Étude sur la teigne faveuse chez les animaux domestiques.*

M. Gréhant. — *Recherches sur la respiration de l'homme.*

M. Morel. — Résumé de ses travaux et de ses recherches sur la cause essentielle et le traitement du goître et du crétinisme.

CONCOURS DU PRIX DE PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE.

M. Chmoulevitch. — *Des modifications moléculaires que la tension amène dans les muscles.*

M. Colin. — *Recherches expérimentales sur les Trichines et la trichinose.*

M. Goujon. — *Recherches expérimentales sur les propriétés de la moelle des os.*

CONCOURS POUR LE PRIX BRÉANT.

M. Krancken. — Mémoire relatif au traitement du choléra.

M. Poggioli adresse un exemplaire d'une brochure *Sur la nature et le traitement du choléra*, avec une Note manuscrite indiquant les points sur lesquels il désire fixer l'attention de la Commission.

M. Fournel adresse un Mémoire manuscrit et un Mémoire imprimé, destinés au concours du legs Bréant.

M. A. Pastorelly adresse une Note relative à un remède contre le choléra.

M. Sawaszkiewicz adresse un appendice à son précédent Mémoire relatif au choléra.

M. Zantedeschi adresse une brochure, imprimée en italien et accompagnée d'une Note manuscrite, sur des remèdes contre le choléra et quelques autres maladies.

M. V. Cassaignes. — Note relative à un remède contre le choléra.

CONCOURS POUR LE PRIX DE STATISTIQUE.
(FONDATION MONTYON.)

M. A. Bérigny adresse le manuscrit de la vingt et unième année d'observations météorologiques faites par lui à Versailles, avec la collaboration de M. Richard; cet envoi est accompagné des vingt années précédentes, imprimées.

Un auteur, dont le nom est contenu dans un pli cacheté, adresse, pour le concours du prix Bordin, un Mémoire relatif à la théorie des phénomènes optiques, avec l'épigraphe : « Il n'avait oublié qu'un point, c'était d'éclairer sa lanterne. » On fera savoir à l'auteur que le concours relatif à la question des phénomènes optiques a été clos en 1865, et la Commission a disposé des fonds qui y étaient affectés.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un ouvrage de *M. A. Duponchel*, intitulé « Traité d'Hydraulique et de Géologie agricoles ».

M. Reech prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place devenue vacante dans la Section de Mécanique par le décès de *M. Foucault*.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

L'Académie reçoit les remercîments de **M. Bazin**, pour le prix Dalmont qui lui a été décerné dans la dernière séance publique; de **M. Van Tieghem**, pour le prix Bordin; de **M. Baillet**, pour le second prix de Physiologie expérimentale; de **MM. Estor** et **Saintpierre**, pour la citation honorable dont leurs travaux ont été l'objet.

M. Chasles, en présentant à l'Académie un nouveau numéro du *Bulletin de bibliographie et d'histoire des sciences mathématiques et physiques*, offert par M. le prince B. Boncompagni, s'exprime comme il suit :

« Le premier numéro de ce *Bulletin* renfermait un Mémoire du P. T. Bertelli sur Pierre de Maricourt, connu sous le nom de *Petrus Peregrinus* de Maricourt, auteur du *Traité de l'aimant*, adressé en 1269, sous forme de Lettre, à un chevalier de ses amis, Sigeras de Foucaucourt.

» Le numéro de mars contient ce Traité de Pierre de Maricourt, avec les figures qui s'y rapportent et de nombreuses Notes, Variantes et Commentaires du P. Bertelli.

» Ce numéro se termine par une citation assez singulière d'un livre de 1636, traduit, à ce qu'il paraît, du français, par Winant van Westen, et où se trouve une première idée d'un télégraphe magnétique. »

ASTRONOMIE. — *Remarques relatives à une communication récente du* P. Secchi, *sur le spectre de la comète de Brorsen.* Note de **M. Prazmowski**, présentée par M. Faye.

« Le R. P. Secchi, qui a doté la science d'une série nombreuse d'observations spéciales sur les étoiles fixes, a profité de l'occasion que la récente réapparition de la comète de Brorsen lui a fournie pour observer son spectre. Le peu d'intensité de sa lumière ne l'a pas empêché de distinguer dans ce spectre une suite des bandes lumineuses, séparées par des intervalles obscurs ou plutôt faiblement éclairés. Il est même parvenu à rapporter les bandes lumineuses aux raies du spectre solaire.

» Ce travail a conduit le R. P. Secchi à poser des conclusions sur la nature de la lumière dont brillent les comètes. L'absence des raies de Fraunhofer dans le spectre de cette comète, qui, au contraire, se compose

des bandes lumineuses, lui font assimiler sa lumière aux sources lumineuses qui brillent de leur propre éclat. Il en conclut que la majeure partie de la lumière cométaire est de la lumière propre à ces corps, et que la lumière solaire réfléchie n'en forme qu'une portion insignifiante. C'est sur cette conclusion que nous nous permettons d'élever quelques doutes, en exposant notre manière de voir. Nos propres observations et nos recherches sur l'analyse spectrale serviront de base à nos raisonnements.

» En effet, lorsqu'on soumet au spectroscope une bande de papier coloré, faiblement éclairé par la lumière du jour, on voit un spectre composé de bandes colorées et séparées par des espaces noirs. La disposition de ces bandes lumineuses et obscures dépend de la nature de la substance colorante qui recouvre le papier, de sa propriété élective de réfléchir les rayons d'une certaine réfrangibilité et d'en absorber les autres. Si l'objet est faiblement éclairé, on est obligé de donner à la fente une certaine largeur pour rendre le spectre visible. Son ouverture angulaire surpasse alors l'angle que sous-tendent les raies de Fraunhofer les plus larges, et l'on ne voit pas la moindre trace de ces raies. Pourtant, il ne peut exister de doute sur l'origine de la lumière soumise au spectroscope. C'est la lumière solaire réfléchie par la substance colorante; les raies de Fraunhofer existent bien dans ce spectre, mais l'œil ne les distingue pas.

» Pour s'en convaincre, on n'a qu'à projeter sur la bande de papier coloré un faisceau très-intense de lumière solaire; nous voyons alors son spectre, dans ses parties lumineuses, se couvrir de raies, si nous prenons la précaution, en même temps, de rétrécir la fente du spectroscope afin d'épurer le spectre. En un mot, le spectre d'un corps coloré, faiblement éclairé par la lumière solaire, est exactement pareil à celui de la comète observé par le R. P. Secchi, exactement pareil aussi aux spectres des sources lumineuses émettant leur propre lumière.

» Nous sommes forcément conduit à cette conclusion que la lumière de la comète de Brorsen peut aussi bien être la lumière solaire réfléchie, dont la faiblesse nous empêche de voir les raies de Fraunhofer, qu'une lumière émise par le corps lui-même.

» Dans la première hypothèse, nous serons autorisés à dire que les particules qui la composent possèdent une réflexion élective, que la réflexion pour les rayons d'une certaine réfrangibilité est bien plus puissante que pour une autre; en un mot, que les particules de la comète ont des propriétés des corps colorés.

» En admettant même que la lumière émise par la comète fût de la

lumière propre, son spectre, observé dans des conditions favorables, devrait présenter des raies telluriques, exactement du même ordre que les raies solaires. L'absence de celles-là prouve que les raies solaires peuvent très-bien exister dans le spectre de la comète, et que ce n'est que la faiblesse de sa lumière qui empêche de les distinguer.

» Il y a d'autres raisons qui nous font pencher pour la première hypothèse, celle qui attribue l'origine solaire à la lumière des comètes. Pendant l'apparition de la brillante comète de Donati, nous avons fait une longue série d'observations sur la polarisation de sa lumière et sur la direction du plan de polarisation. M. Govi, professeur de physique à Turin, entreprit et fit paraître à la même époque un travail sur le même sujet. Nos résultats étaient identiques.

» Je me servais d'une lunette polariscope, qui éliminait dans mes expériences l'influence nuisible de la forte polarisation de l'atmosphère, polarisation dont la direction est identique à celle de la comète. C'est le même appareil, décrit dans les *Comptes rendus*, qui m'a servi à constater l'absence complète de la polarisation dans la lumière des protubérances rouges pendant l'éclipse de Soleil en 1860, quoique la lumière de l'auréole sur laquelle elles se projetaient fût brillamment polarisée. L'emploi de cet appareil a permis de prolonger la série des observations jusqu'à l'époque où la comète apparaissait dans le crépuscule très-intense.

» Nous rappellerons cette circonstance que la position de la comète de Donati pendant tout le temps de nos recherches par rapport au Soleil et à la Terre était très-favorable pour ce genre d'observations. Les rayons incidents du Soleil formaient un angle presque droit avec les rayons réfléchis.

» Or, pendant tout le temps que son éclat permettait de poursuivre ces observations avec succès, la comète présentait une polarisation très-intense, dont le plan coïncidait avec le grand cercle passant par le Soleil. Dès ce moment, la conséquence était forcée, c'est-à-dire que la lumière de la comète de Donati était presque en totalité de la lumière solaire réfléchie, et devant ce phénomène toute autre explication était inadmissible. »

M. Élie de Beaumont fait observer que le P. Secchi pourra seul faire connaître à l'Académie, dans une séance prochaine, la largeur précise de la fente qu'il a employée dans ses observations.

ASTRONOMIE. — *Découverte de la 99e petite planète faite dans la succursale de Paris, à Marseille.* Dépêche télégraphique de **M. Borelli** à M. Le Verrier.

« J'ai découvert une nouvelle petite planète hier 28 mai, à $10^h 26^m 51^s$. Ascension droite : $13^h 24^m 7^s,92$; distance polaire : $99° 5' 49'',11$; éclat : 13e-14e grandeur; mouvements horaires en ascension droite : $-0'',63$; en déclinaison : $+17'',5$; étoile de comparaison : 24913 Lalande.

» *Nota.* — La position donnée dans la dépêche télégraphique ci-dessus n'est qu'approchée. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur le pouvoir éclairant de divers charbons employés à la production de la lumière électrique.* Note de **M. F. Carré**, présentée par M. Balard.

« J'ai l'honneur de porter à la connaissance de l'Académie les résultats d'une première série d'expériences sur les charbons mentionnés dans ma Note du 23 mars dernier. Leur pouvoir éclairant moyen a été trouvé notablement supérieur à celui des charbons de cornue : quelques compositions ont, en outre, la propriété d'augmenter considérablement la longueur de l'arc électrique.

» Ces charbons sont composés en proportions diverses, de houille maigre et grasse en poudres impalpables, lavées avec des acides, de noir de fumée assez pur et de charbon de bois; ces poudres sont triturées avec des huiles fines mélangées de résine et soumises à une forte compression qui les agglomère solidement et permet de leur donner la forme voulue; les prismes ou cylindres sont ensuite calcinés en vase clos, à la température du rouge-blanc; l'adjonction de quelques centièmes de poudres métalliques contribue surtout à augmenter la longueur de l'arc. Voici les compositions qui ont été mises en expérimentation.

N° 1	Houille maigre, 50 parties;	Houille grasse, 50 parties.			
2	» 47 »	» 47 »	Fer réduit	6 parties.	
3	» 47 »	» 47 »	Antimoine pulvérisé.	6 »	
4	Noir de fumée, 100				
5	» 90 »	Charbon de bois, 10			

» Dans les expériences photométriques faites avec les courants d'une pile et les charbons de cornue pris pour unité de comparaison, les pouvoirs éclairants moyens, déduits de quatre à cinq mesures pour chaque genre de charbon, ont été trouvés de 1,55 pour le n° 1, de 1,19 pour le n° 2, de 1,69 pour le n° 3, de 1,65 pour le n° 4, et de 2,31 pour le n° 5.

» Les mêmes expériences, répétées avec les courants de la machine magnéto-électrique et la même unité de comparaison, ont donné des pouvoirs éclairants, représentés par 1,36 pour le n° 2, 2,34 pour le n° 3, et 1,29 pour le n° 4.

» Les courants de la machine magnéto-électrique permettent à peine de maintenir un arc de $\frac{5}{10}$ de millimètre avec les charbons de cornue, tandis qu'avec les charbons au fer et à l'antimoine, ils soutiennent un écartement de 2 et 3 millimètres; les charbons au fer donnent un arc très-visiblement coloré en bleu.

» Ces expériences ont été exécutées au Laboratoire de Recherches de physique de la Faculté des Sciences, et sous la direction de M. Jamin. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Études météorologiques faites en ballon.* Note de **M. Flammarion**, présentée par M. Delaunay.

« J'ai exposé dans la précédente séance les résultats obtenus sur la variation de l'humidité dans l'air, suivant l'altitude et sur l'accroissement du pouvoir diathermane de l'air et de la radiation solaire. J'arrive aujourd'hui au chapitre des courants.

Circulation des courants. Leur déviation giratoire et les mouvements généraux de l'atmosphère. Intensité et vitesse.

» Immergé dans le courant atmosphérique qui l'emporte, l'aéronaute se trouve situé dans la meilleure condition possible pour connaître la direction constante du courant, comme pour en mesurer la vitesse. J'ai eu soin, dans chaque voyage, de tracer exactement sur la carte de France ou d'Europe la projection de la ligne aérienne suivie par l'aérostat, à l'aide de points de repère qu'on prend avec la plus grande facilité lorsque le ciel est pur, et qu'on peut toujours arriver à obtenir, même sous un ciel nuageux, soit en profitant des éclaircies, soit en descendant de temps en temps audessous des nuages.

» L'aérostat marque si bien la direction et la vitesse absolues du courant, que la première sensation éprouvée en naviguant dans les airs est celle d'une immobilité complète. C'est une impression toute particulière et toujours surprenante de se voir voguer avec la vitesse du vent et de ne sentir aucun souffle d'air, la moindre brise, le plus léger mouvement, même lorsqu'on se trouve emporté avec furie dans l'espace par la plus violente tempête. Je n'ai éprouvé qu'une seule fois une bonne brise, le 15 avril dernier, pendant quelques minutes; je l'attribue à ce que l'aérostat, lancé alors avec

une vitesse de 55 kilomètres à l'heure, est arrivé dans une région où l'air se déplaçait moins rapidement.

» Un fait capital ressort avec évidence du tracé de mes différentes lignes aériennes. Ces routes inclinent les unes et les autres dans le même sens, en vertu d'une déviation giratoire générale.

» Ainsi, par exemple, le 23 juin 1867, l'aérostat, conduit par un vent du nord, file d'abord dans la direction du sud, puis il forme vers l'ouest un angle léger avec la ligne du méridien de Paris; cet angle, d'abord très-faible, puisque le ballon passe à l'est d'Orléans en traversant le 48e degré de latitude, s'accuse ensuite de plus en plus. En traversant le 47e degré, la direction devient sud-sud-ouest. En arrivant au 46e, elle est tout à fait sud-ouest, et c'est ainsi que nous descendons, à $4^h 20^m$ du matin, à Laroche-foucault, près Angoulème. Étant partis de Paris la veille à $4^h 45^m$, nous avions parcouru 480 kilomètres en onze heures trente-cinq minutes, avec des vitesses croissantes dont il sera question ci-après.

» Ce mouvement de giration des couches atmosphériques, accusé par ce voyage, s'est manifesté d'une manière analogue en différentes traversées. Le 18 juin, nous partons sous un vent est-nord-est, et voguant d'abord ouest-sud-ouest nous passons au zénith de Versailles. Coupant l'angle de la forêt de Rambouillet après avoir traversé l'étang de Saint-Hubert, nous allons jeter l'ancre à Villemeux, au sud-est de Dreux. Remorqués à ballon captif jusqu'à cette ville, nous nous élevons de nouveau pendant la nuit et dès lors nous voguons tout à fait vers l'ouest. Du 1er au 2e degré de longitude, la rotation continue de s'accentuer. Nous passons sur Verneuil et Laigle et allons descendre à Gacé (Orne), conduits dans la direction ouest inclinée déjà vers le nord.

» Dans la nuit du 9 au 10 juin, après être venus le soir de Paris en inclinant vers le sud et nous être arrêtés à la lisière de la forêt de Fontainebleau, à Barbizon, nous remontons le matin dans l'atmosphère, et suivant une courbe qui s'est de plus en plus accentuée pendant notre escale, malgré l'état de calme de l'atmosphère, nous allons tourner au sud-ouest et descendre près de Lamothe-Beuvron, au sud d'Orléans.

» Le 15 avril dernier, parti du Conservatoire, l'aréostat vogue d'abord vers le sud-sud-ouest, passe au zénith de l'Observatoire, laisse à l'ouest Bourg-la-Reine et Lonjumeau et passe sur Arpajon et Étampes. Nous suivons sensiblement la ligne du chemin de fer d'Orléans, en laissant à notre droite Angerville, Arthenay, Chevilly, puis, traversant la forêt d'Orléans, nous arrivons bientôt sur la Loire, en tournant de plus en plus vers le sud-

ouest. Après avoir laissé Orléans à la gauche de notre route, nous suivons le cours de la Loire pour descendre à Beaugency, ayant de la sorte constamment dessiné un arc de cercle nous emportant vers le sud-ouest.

» Il me paraît difficile de croire que ces observations constantes ne révèlent pas un fait général. Au-dessus de la France, les courants atmosphériques sont déviés suivant un cercle qui paraît marcher dans le sens sud-ouest-nord-est-sud. Ces observations correspondent-elles à la loi de giration des vents signalés par Dove? Ces mouvements atmosphériques sont-ils dus, comme le supposent Fitz-Roy et d'autres observateurs, à l'action de la chaleur solaire et aux variations diurnes de la température générale de l'atmosphère? Sont-ils dus, comme l'a supposé Hadley, et comme M. Bourgois l'a récemment vérifié, aux variations de la vitesse de rotation autour de l'axe terrestre sur les différents parallèles? Est-ce enfin le courant général des vents alizés décrit par Maury? Je ne veux pas encore aujourd'hui chercher l'explication absolue de ces observations. Je crois seulement important de constater que j'ai observé cette déviation des courants principalement vers le sud-ouest (sans doute parce que le vent du nord ou du nord-est soufflait en ces voyages, et que je n'ai observé qu'une déviation très-légère vers la fin d'une route de 150 lieues allant du sud-ouest au nord-ouest, suivie pendant mon voyage de Paris à Solingen (Prusse rhénane). Je notifierai aussi que, d'après les états météorologiques des différents jours de mes ascensions, états que M. Marié-Davy a bien voulu relever pour moi sur les bulletins de l'Observatoire, des causes éventuelles ou locales peuvent influencer la direction du courant.

» A cette constatation de la déviation des courants, j'ajouterai maintenant quelques autres remarques moins générales sur leur vitesse.

» Dans le voyage de Paris à Angoulême, mon journal de bord enregistre la proportion suivante dans l'*accroissement* de vitesse : $4^{m},67$ par seconde au sortir de Paris, $7^{m},40$ de Fontenay-aux-Roses à Sermaises, $8^{m},17$ de Sermaises à la Loire, $10^{m},25$ de la Loire à la Creuse, et $12^{m},12$ de la Creuse à Larochefoucault. Notre plus grande hauteur correspond à la vitesse de 9 mètres.

» Le 30 mai, de Paris à Fontainebleau, la vitesse est de $7^{m},16$ au départ, et de $10^{m},33$ à l'arrivée.

» Le 19 juin, dans une ascension nocturne de $1^{h}\,26^{m}$ du matin à $3^{h}\,25^{m}$, de Dreux à Gacé, la vitesse moyenne de l'aérostat est de $10^{m},40$ pendant la première heure et de $11^{m},95$ pendant la seconde.

» Le 14 juillet, de Paris à Cologne, la vitesse s'est accrue jusqu'à minuit,

et le maximum (14 mètres) s'est manifesté au-dessus de la Belgique, de Dinant à Namur, au milieu de la nuit et à la hauteur de 1600 mètres.

» Le 15 avril dernier, la vitesse a été, en moyenne, suivant une progression croissante. Un maximum cependant ($14^{m},20$) s'est manifesté au milieu du voyage, à notre plus grande hauteur.

» J'ai également constaté qu'il est extrêmement rare de trouver plusieurs courants de directions différentes en s'élevant dans l'atmosphère. Si deux couches de nuages nous paraissent marcher en sens contraire, c'est ordinairement en raison de leur différence de vitesse réelle ou apparente (selon la perspective). Je ne parle pas des petits courants partiels qui se manifestent à la surface du sol et qui dépendent des accidents du terrain.

» De ces dernières remarques il résulte que, dans l'état normal, la vitesse du vent est plus grande à quelques centaines de mètres qu'à la surface du sol, qu'elle reste à peu près la même sur une large zone, et diminue ensuite sensiblement, pour augmenter de nouveau au-dessus de 1000 mètres.

Observations sur le décroissement de la température selon la hauteur.

« La décroissance de la température de l'air, qui joue un si grand rôle dans la formation des nuages et dans les éléments de la météorologie, est loin de suivre une loi régulière et constante. Elle varie selon les heures, les saisons, l'état du ciel, l'origine des vents, l'état de la vapeur d'eau, etc. Ce n'est que par un très-grand nombre d'observations qu'on pourra parvenir à dégager une règle déterminée, l'action de plusieurs causes secondaires agissant sans cesse et devant d'abord être connue et éliminée.

» Il résulte de 550 observations aérostatiques, faites au sein de ces conditions si dissemblables, et pourtant moins mauvaises que les conditions des observations faites sur les montagnes, il en résulte, dis-je, que la décroissance de la température de l'air diffère d'abord selon que le ciel est pur ou couvert : elle est plus rapide lorsque le ciel est pur; elle est plus lente lorsque le ciel est couvert.

» Dans un ciel pur, l'abaissement moyen de la température a été trouvé de 4 degrés pour les 500 premiers mètres à partir de la surface du sol; de 7 degrés pour les 1000 premiers mètres; de 10°,5 pour 1500 mètres; de 13 degrés pour 2000 mètres; de 15 degrés pour 2500 mètres; de 17 degrés pour 3000 mètres; de 19 degrés pour 3500 mètres. Moyenne : 1 degré pour 189 mètres.

» Dans un ciel nuageux, l'abaissement de la température a été trouvé

de 3 degrés pour les 500 premiers mètres; de 6 degrés pour 1000 mètres; de 9 degrés pour 1500 mètres; de 11°,5 pour 2000 mètres; 14 degrés pour 2500 mètres; 16 degrés pour 3000 mètres; 18 degrés pour 3500 mètres. Moyenne : 1 degré pour 194 mètres.

» La température des nuages est supérieure à celle de l'air situé au-dessous et au-dessus.

» Le décroissement est plus rapide dans les régions voisines de la surface du sol et se ralentit à mesure qu'on s'élève.

» Le décroissement est plus rapide le soir que le matin, et pendant les journées chaudes que pendant les journées froides.

» On rencontre parfois dans l'atmosphère des régions plus chaudes ou plus froides que la moyenne de l'altitude, et qui traversent l'atmosphère comme des fleuves aériens. Ces variations n'empêchent pas la loi générale énoncée plus haut d'être l'expression de la réalité.

» Comme on l'a vu au § 2, la différence entre les indications du thermomètre de l'ombre et celles du thermomètre du soleil augmente à mesure qu'on s'élève dans les hauteurs de l'atmosphère. »

ALGÈBRE. — *Sur les covariants et invariants des formes binaires.* Note de **M. P. Jordan**, présentée par M. Hermite.

« Dans son second Mémoire, *upon Quanties*, M. Cayley a soupçonné qu'il n'existait pas de système fini de covariants et invariants d'une forme donnée, telle qu'on en puisse exprimer tout autre covariant et invariant comme fonction entière à coefficients numériques. Quant aux formes binaires, je suis parvenu à établir, pour une forme d'un degré quelconque, un système fini, doué des propriétés dont il s'agit.

» On obtient ce système, que je nommerai *complet*, pour une forme du degré n, de la manière suivante, en supposant le système déjà connu pour les formes d'un degré inférieur. La première série des covariants cherchés contient toutes les formes qu'on a à établir pour le système d'une forme du degré $n - 1$. Pour définir les autres formes qui appartiennent au nouveau système, désignons par φ, ψ deux formes binaires quelconques aux variables homogènes x, y, et par $(\varphi\psi)^k$ l'expression

$$(\varphi\psi)^k = \frac{d_k\varphi}{dx^k}\frac{d_k\varphi}{dy^k} - \frac{k}{1}\frac{d_k\varphi}{dx^{k-1}dy}\frac{d_k\varphi}{dy^{k-1}dx} + \frac{k(k-1)}{1.2}\frac{d_k\varphi}{dx^{k-2}dy^2}\frac{d_k\varphi}{dx^2dy^{k-2}} - \cdots$$

» En composant, par une série de procédés analogues, une expression

$$(\{[(\varphi\psi)^k, \chi]^\lambda, \theta\}^\mu, \rho)^\nu,$$

on obtient une forme dérivée, de laquelle je dirai qu'elle contient les symboles

$$\varphi,\quad \psi,\quad \chi,\quad \theta,\quad \rho,\quad (\varphi\psi)^k,\quad [(\varphi\psi)^k,\rho]^\lambda,\ldots.$$

Or, nous nommerons la seconde série des covariants cherchés les covariants

$$\chi_1=(f,f)^k,\quad \chi_2=(f,f)^{k+1},\quad \chi_3=(f,f)^{k+2},\ldots,$$

l'ordre de la fonction χ n'étant pas supérieur à n.

» Dans la série des covariants qui restent à composer, je n'emploierai que des formes qui contiennent un des symboles χ_i, et je nommerai *adjointe* à χ_i une de ces formes, qui contient le symbole χ_i, mais qui ne contient aucun des symboles $\chi_{(i+1)}, \chi_{(i+2)}, \ldots$. Ces formes adjointes, je les forme de manière que j'aie en premier lieu les formes adjointes de χ_1, et puis les formes adjointes de χ_2, et ainsi de suite. Je nomme *formes antérieures* par rapport à χ_i les formes de la première série et les formes $\chi_1, \chi_2, \ldots, \chi_{i-1}$ avec leurs formes adjointes.

» Parmi les formes adjointes de χ_i, je distingue diverses sortes. La première sorte contient les covariants et invariants qui forment le système complet relatif à la forme χ_i. Si l'on a $n=4\nu$, le degré de χ_1 sera égal à n. Dans ce cas, je ne mets dans cette classe que les deux premières séries de ce système. Pour former la seconde sorte, je désigne par ρ une *forme antérieure* à χ_i, et par σ une forme de la première sorte ou un produit de ces formes, pourvu que le degré de ce produit soit inférieur au degré de ρ^2; alors les formes de la seconde sorte sont les formes diverses contenues dans l'expression $(\rho\sigma)^k$.

» Parmi les deux sortes de formes dont on vient de parler, il y en a quelques-unes dont le degré est inférieur au degré de χ_i. Je désignerai toutes ces formes, prises dans un ordre quelconque, par $\chi_{i1}, \chi_{i2}, \ldots, \chi_{ik}$. Chacune des formes adjointes de χ_i que je vais former dans ce qui suit contiendra un des symboles $\chi_{i1}, \chi_{i2}, \ldots$.

» Je les forme par rapport à ces formes χ_{ik} comme j'ai formé les deux premières sortes adjointes à $\chi_1, \chi_2, \ldots$. Parmi celles de ces formes qui sont adjointes à χ_{ik}, il y en a quelques-unes dont le degré est inférieur au degré de χ_{ik}; je les nommerai $\chi_{ik\lambda}$, et ainsi de suite.

» Le système de formes que nous venons d'établir a en effet la propriété de pouvoir en composer comme fonction entière à coefficients numériques toutes les formes de f. En effet, parmi les formes établies ci-dessus, il y aura en général un grand nombre de relations par lesquelles quelques-unes de

ces formes s'expriment au moyen des autres. Pour les formes du cinquième ordre, le système du nombre inférieur de formes est le suivant :

$$f;\quad i=(ff)^4;\quad \varphi=(ff)^2;\quad i=(fi)^2;\quad (fi);\quad t=(f\varphi);\quad (ii)^2;\quad p=(\varphi i)^2;\quad (\varphi i);\quad a=(ji)^2;\quad (ji);\quad (ti)^2;\quad \tau=(pi)^2;\quad (fa);\quad (ia);\quad (\varphi a);\quad (i\tau)^2;\quad (ja);\quad (pa);\quad (\tau a);\quad (ia)^2;\quad (ja)^2;\quad (ja)^3.$$ »

PALÉONTOLOGIE. — *De quelques cas de progression organique vérifiables dans la succession des temps géologiques sur des mammifères de même famille et de même genre.* Note de **M. Ed. Lartet**, présentée par M. Milne Edwards.

« Les paléontologistes qui ont pour objet principal de comparer l'organisation des êtres anciens avec celle de leurs analogues actuels ont pu remarquer que, dans certaines divisions de la classe des mammifères, il s'est produit, par la suite des temps, des modifications graduelles de divers organes, lesquelles ont dû accroître l'énergie de leurs fonctions en perfectionnant leurs aptitudes mieux spécialisées, ce qui manifeste un progrès réel au profit de l'animalité des temps modernes. Mais il est une particularité qui n'a pas encore, que je sache, été signalée, et qui, si l'interprétation que je vais en proposer paraît acceptable, constituerait un avantage non moins important en faveur de beaucoup de nos mammifères actuels, tant herbivores que rongeurs ou omnivores. Pour abréger, je ne parlerai que des herbivores ruminants.

» Dans les ruminants, les plus anciens de la période tertiaire, chez les *Cervidés*, par exemple, la partie du fût des dents molaires qui constitue la couronne émaillée au-dessus du collet est de beaucoup moins haute et moins saillante en dehors du bord alvéolaire que dans nos ruminants quaternaires ou actuels de la même famille; à telles enseignes que, dans les molaires des *Cervidés* tertiaires anciens, les anfractuosités et les replis d'émail qui divisent la table de la dent, pour faciliter la trituration des aliments, s'enfoncent si peu dans la couronne, que le fond en reste toujours visible; tandis que chez les *Cervidés* des terrains tertiaires les plus récents, et plus particulièrement dans les espèces quaternaires ou actuellement vivantes, ces mêmes cavités ou replis d'émail pénètrent si avant dans le fût des dents, que, quel que soit leur état de détrition, on n'en aperçoit jamais le fond. Ce sont là des moyens de diagnose empirique qui peuvent devenir très-utiles aux observateurs les moins versés dans la connaissance des caractères paléontologiques, puisqu'ils leur donnent la facilité de pouvoir, à première vue

et sans crainte de se tromper, distinguer les dents molaires des *Cervidés* tertiaires anciens, de celles d'espèces analogues ou congénères, provenant de formations géologiques plus récentes; le même procédé de diagnose comparative peut s'appliquer à divers autres genres d'herbivores, pachydermes, rongeurs et omnivores. Ceci une fois accepté nous conduirait à des conséquences inattendues peut-être, mais rigoureusement logiques. Chez les ruminants du genre Cerf, par exemple, dont les dents molaires cessent de croître à partir du moment où leur couronne a complété son évolution, cette couronne s'use par un exercice journalier de trituration, et sa durée fonctionnelle reste subordonnée au plus ou au moins de sa hauteur au-dessus du bord alvéolaire. De là, l'induction obligée que les *Cervidés* tertiaires anciens, qui avaient leurs molaires de beaucoup moins hautes en couronne que celles de nos Cerfs actuels, devaient pour cela même vivre moins longtemps, car la durée de vie ou longévité normale des animaux dépend nécessairement de la persistance fonctionnelle des organes indispensables à leur nutrition.

» Il s'est d'ailleurs produit, chez les mammifères de diverses familles, depuis les premiers temps de la période tertiaire jusques à nos jours, d'autres modifications non moins significatives au double point de vue de l'accroissement graduel des facultés vitales et intellectuelles. Il résulterait en effet d'un certain nombre d'observations relevées à divers étages de la stratigraphie tertiaire, que, plus les mammifères remontent dans l'ancienneté des temps géologiques, plus le volume de leur cerveau se réduit par rapport au volume de leur tête et aux dimensions totales de leur corps. Cuvier avait pu observer la forme du cerveau de l'*Anoplotherium* sur une empreinte de marne qui s'était modelée et consolidée dans l'intérieur d'un crâne de cet animal trouvé dans le gypse de Montmartre. Voici ce qu'il dit de ce cerveau (*Oss. foss.*, t. III, p. 44) : « Il était peu volumineux à proportion, aplati » horizontalement; les hémisphères ne présentaient pas de circonvolutions, » mais on voyait seulement un enfoncement longitudinal peu profond sur » chacun. Toutes les lois de l'analogie nous autorisent à conclure que notre » animal était fort dépourvu d'intelligence. » Effectivement, la tête de l'*Anoplotherium* est six fois aussi longue que l'empreinte de ses hémisphères cérébraux, et cet animal, dont Cuvier comparait les dimensions à celles d'un âne de moyenne taille, avait un cerveau plus petit que celui de notre chevreuil vivant.

» Je dois à l'obligeance de M. le professeur Noulet, de Toulouse, la possession d'un crâne fossile dans lequel j'ai trouvé l'empreinte pétrifiée d'un

cerveau encore plus ancien que celui de l'*Anoplotherium* de Montmartre, car ce morceau provient de l'*éocène à Lophiodons* d'Issel, département de l'Aude. Dans l'encéphale de cet animal herbivore, que je nommerai provisoirement *Brachyodon eocænus*, justement en raison du peu de hauteur de la couronne de ses molaires, le cerveau n'a pas non plus de circonvolutions, mais seulement quelques plis irrégulièrement étagés; les lobes olfactifs y sont très-prolongés en avant et le cervelet nettement séparé des hémisphères. Ce cerveau est plus petit, de toutes façons, et moins compliqué dans sa structure que celui du *Cainotherium* décrit par Gratiolet (1), mais il ne faut pas oublier que le *Cainotherium* est d'un terrain beaucoup plus récent, le *miocène inférieur* de l'Allier.

» A mesure que l'on se rapproche de l'époque actuelle, les différences entre les encéphales fossiles comparés avec ceux des animaux vivants deviennent moins accentuées, comme cela s'observe aussi pour la hauteur en couronne des molaires. Ainsi les cerveaux des Cerfs et des Antilopes du *miocène moyen* de Sansan présentent déjà beaucoup de circonvolutions, le cervelet restant encore assez découvert et les lobes olfactifs très-prononcés. Dans le *miocène supérieur* de Pikermi le cerveau de l'Hipparion se montre encore un peu moins riche en circonvolutions que celui de nos chevaux actuels, et sur un fragment de crâne de Singe de la même localité, qu'il m'a été permis d'examiner dans le laboratoire de paléontologie au Muséum, le cervelet est moins complétement recouvert et son *vermis* médian plus saillant que chez les Semnopithèques vivants qui sont les types les plus rapprochés du Singe fossile de Pikermi. Mais pour rendre plus évidente cette disproportion des cerveaux paléontologiques vis-à-vis de ceux de nos mammifères vivants, il fallait que la comparaison pût s'établir entre espèces d'une même famille, et, mieux encore, d'un même genre. C'est ce qu'il m'a été possible de vérifier par le rapprochement de l'encéphale de deux carnassiers, dont l'un est notre Genette vivante (*Viverra Genetta*), et l'autre une Genette fossile du *miocène inférieur* de l'Allier, désignée par Blainville sous le nom de *Viverra antiqua*. Grâce à l'habileté bien connue de M. Sthal, j'ai pu mettre en regard l'un de l'autre les moulages rigoureusement exécutés de l'intérieur des crânes de ces deux carnassiers congénères, et de cette comparaison immédiate il est résulté qu'avec une tête osseuse d'un tiers plus longue et d'un quart plus large que celle de notre Genette vivante,

(1) *Société Philomathique de Paris*, séance du 27 février 1858. — *L'Institut*, n° 1263.

l'espèce fossile (*V. antiqua*) n'avait pas son cerveau plus volumineux, et que ce cerveau, plus atténué dans ses plis frontaux, n'avançait pas autant dans la face, bien que ses lobes olfactifs fussent plus développés.

» D'après Gratiolet, un grand développement des lobes olfactifs serait le caractère d'un type inférieur. En effet, plus on remonte vers les temps paléontologiques, plus on voit les lobes olfactifs manifester un grand développement proportionnel par rapport aux hémisphères cérébraux. On a dit que les plus grands mammifères sont ceux qui vivent le plus longtemps; ce qui serait plus près de la vérité, c'est que la longévité normale paraît s'accroître en raison directe du volume abolu du cerveau. L'Éléphant, qui vit un siècle et demi, a le cerveau plus grand qu'aucun autre mammifère terrestre; après l'Éléphant viendrait l'homme qui, pour le volume absolu du cerveau, comme pour la longévité, paraît l'emporter sur les autres mammifères terrestres dont un assez grand nombre offrent cependant des dimensions supérieures en total à celles de l'espèce humaine.

» Quoi qu'il en soit, et bien que les aperçus ci-dessus puissent être insuffisants pour justifier des conclusions définitives, il en ressortirait au moins, comme hypothèse explicative des faits observés, que, dans certaines divisions de la classe des mammifères, il y aurait eu, depuis leur apparition sur le globe, accroissement graduel d'énergie vitale et d'intelligence; en termes plus explicites, que la durée de vie et le développement des facultés intellectuelles auraient été moindres chez les espèces fossiles remontant aux premiers temps de la période tertiaire que chez leurs analogues ou leurs congénères de l'époque actuelle. Les différences organiques sur lesquelles s'appuieraient ces inductions de physiologie rétrospective sembleraient s'affaiblir à mesure que, dans leur succession géologique, les faunes se rapprochent des temps modernes, et cela sans transformation des types génériques, mais par le seul effet de cette tendance de la nature animée vers un perfectionnement dont la cause resterait toujours agissante et la limite indéfinie. »

ZOOLOGIE. — *Remarques anatomiques sur les genres* Vulsella *et* Crenatula *de la famille des Malléacées.* Note de **M. L. Vaillant**, présentée par M. Milne Edwards.

« L'importance qu'on attache aujourd'hui à juste titre à l'étude des mollusques, dont le plus souvent nous ne connaissons que des dépouilles

traduisant incomplétement la conformation réelle, m'avait engagé pendant mon séjour sur la mer Rouge à prêter une attention spéciale à deux genres appartenant à la famille des Malléacées, les Vulselles et les Crénatules, mollusques communs dans cette localité et présentant cette habitude singulière d'habiter dans l'intérieur de certaines éponges. J'ai déjà fait connaître les principaux points relatifs à l'anatomie du premier de ces genres, mais depuis, grâce à l'obligeance d'un voyageur qui a longtemps séjourné dans les mers de Chine, M. Yttier, j'ai pu examiner comparativement des individus des genre *Malleus* et *Perna*, et, en vérifiant l'exactitude des descriptions données en particulier par M. Fischer pour ce dernier genre, compléter l'idée qu'on pourrait se faire sur l'ensemble de cette famille. Tous ces êtres présentent évidemment entre eux de très-grands rapports d'organisation, ils en offrent aussi avec les Avicules qu'on réunit dans le même groupe.

» Pour les genres Crénatule et Vulselle, dont je m'occupe particulièrement, les analogies sont évidentes.

» Les lobes du manteau dans l'un et l'autre sont complétement désunis, sauf sur le point correspondant à la charnière; celle-ci étant plus étendue dans les Crénatules, la réunion y est par conséquent un peu plus complète. Le bord de l'organe est chargé en dedans d'une multitude de petits tentacules sur un seul rang en avant, sur plusieurs en arrière. La structure histologique des coquilles dans ces deux genres est fondamentalement la même, c'est-à-dire que, suivant le type le plus général chez les Monomyaires, la substance épidermique l'emporte de beaucoup sur la substance nacrée. Toutefois, il existe entre les Vulselles et les Crénatules une différence notable dans cette proportion relative, les premières se rapprochant plutôt des Huîtres, chez lesquelles la substance nacrée est assez abondante, tandis que les Crénatules, presque exclusivement formées de substance épidermique, exagèrent le caractère des Avicules et des Pernes. Le ligament, bien qu'en apparence très-différent dans les deux genres, puisqu'il est simple dans les Vulselles, multiple chez les Crénatules, appartient cependant toujours dans l'un et l'autre cas à un même type, celui que j'ai décrit spécialement pour le genre *Pecten* dans mon travail sur l'anatomie des Tridacnidés, et auquel je proposerais de donner le nom de *ligament bisymétrique*, cherchant à exprimer par là que la substance élastique étant précédée et suivie de substance non élastique, il y a non-seulement symétrie de ligament dans le véritable plan de symétrie de l'animal, c'est-à-dire dans le plan de séparation des valves, mais encore dans un sens perpendiculaire à celui-ci.

» Le muscle abducteur est à côté d'un puissant muscle rétracteur du pied, qui, avec le protracteur, constituent un système musculaire très-complet. Ce pied chez les uns et les autres est allongé, courbé à sa partie moyenne et fendu inférieurement, cependant il ne présente pas de byssus, au moins à l'âge où j'ai pu observer les Vulselles que je me suis procurées en très-grande quantité, depuis la taille de 1 centimètre environ. La présence d'un organe moteur aussi développé chez des mollusques que leur genre de vie condamne à l'immobilité paraît peu explicable; on peut croire que l'animal s'en sert pour repousser l'être qui l'enveloppe et qui cherche sans cesse à l'envahir, car, après la mort, quand la cavité de la coquille est libre, on la trouve presque toujours remplie par le tissu de l'éponge.

» L'appareil digestif présente dans sa portion terminale une longueur d'intestin considérable, libre, hors de la masse viscérale: ce fait est surtout remarquable chez les Vulselles, qui, sous ce rapport, se rapprochent des Pernes. Cela tient, principalement dans ces deux genres, à la position de la charnière qui est très-élevée et règle, comme je l'ai dit plus haut, l'ouverture du manteau. L'intestin se dégage au point où les lobes se désunissent, et cette désunion a lieu à la partie postérieure de la charnière; comme elle est descendue beaucoup plus bas chez les Crénatules, chez elles la portion libre est plus courte.

» Les branchies ont la structure déjà signalée chez les autres Malléacées. Les quatre feuillets sont composés de filets isolés en réalité et réunis seulement pendant la vie par des cils placés sur de petits mamelons, c'est la disposition indiquée chez les Pernes, par M. Fischer.

» En résumé, d'après l'exposé de ces caractères où j'ai négligé à dessein certains appareils, tels que le système nerveux, le système circulatoire qui, jusqu'ici, n'ont pas grand intérêt au point de vue de la constitution des familles des Acéphalés lamellibranches, et sur lesquels je me réserve de revenir dans un travail plus détaillé relatif aux mollusques qui font l'objet de cette Note, on voit que le groupe des Malléacées, composé, suivant les idées de M. Deshayes, des cinq genres sus-énoncés, forme un ensemble naturel établissant une liaison directe des Mytilacées aux Ostracées par les genres *Avicula*, *Malleus* et *Vulsella*, dont le premier se rapproche évidemment beaucoup de la première famille, tandis que le troisième est si voisin du genre Huître, qu'on pourrait être tenté, à l'exemple de Lamarck, de le reporter dans la même famille. La présence du pied et la symétrie de la coquille sont les seuls caractères qu'on puisse invoquer pour les séparer,

et l'on sait que le premier n'est qu'un caractère relatif, le pied existant à l'état rudimentaire dans les Ostracées. Les genres *Perna* et *Crenatula*, avec leur ligament multiple, forment un groupe secondaire, aberrant et parallèle. Le premier, pourvu d'un byssus, correspondrait aux genres *Avicula* et *Malleus*, tandis que le second pourrait être placé dans un rapport semblable en regard des Vulselles. »

CHIMIE ANIMALE. — *Note sur l'existence de l'amidon dans le jaune d'œuf; par* **M. C. Dareste.**

« J'ai annoncé à l'Académie, dans la séance du 31 décembre 1866, la découverte, dans le jaune d'œuf, de granules microscopiques qui se colorent en bleu sous l'influence de l'iode, et dont la forme et la structure rappellent très-exactement la forme et la structure des grains d'amidon. Je complète aujourd'hui cette première communication en signalant de nouvelles analogies entre les granules du jaune d'œuf et l'amidon végétal.

» Pour étudier ces granules, il fallait les isoler des substances avec lesquelles ils se rencontrent dans le jaune d'œuf. Voici comment j'y suis parvenu.

» J'ai lavé les jaunes à l'éther, pour enlever l'huile jaune qu'ils contiennent. Cette opération doit être très-rapide pour éviter la coagulation de la matière albumineuse soluble dans l'eau.

» Puis j'ai lavé à l'eau pour enlever toutes les matières solubles dans l'eau, et particulièrement les matières albumineuses solubles et le sucre.

» Enfin j'ai traité le résidu par l'acide acétique. Cette partie de l'opération a duré plus de trois mois. Il s'est formé pendant ce temps un précipité de particules extrêmement ténues, qui étaient en grande partie composées par la substance amyloïde.

» L'étude microscopique de ce précipité m'a permis de constater, sur les grains les plus volumineux, les caractères optiques signalés par Biot quand on éclaire les grains de fécule par la lumière polarisée.

» Ces grains se gonflent considérablement et finissent par crever quand on les soumet à l'action de l'acide sulfurique, de la potasse ou de la soude. Rien de pareil ne se produit avec l'acide acétique ou l'ammoniaque. Or, ces faits ont été signalés depuis longtemps par M. Payen, comme caractéristiques des fécules.

» Je dois ajouter ici que cet amidon animal ne se présentait pas toujours sous la forme de grains, et qu'il offrait souvent la forme de lames courbes, paraissant résulter de la rupture d'une vésicule creuse. De semblables faits ont été signalés pour certaines fécules végétales par plusieurs botanistes et particulièrement par M. Trécul.

» Restait enfin l'opération décisive, celle de la transformation en sucre. Comme je ne pouvais opérer que sur des quantités fort petites de matière, j'ai voulu me mettre à l'abri des causes d'erreur en priant mon collègue et ami, M. Ch. Violette, à qui ses travaux sur le dosage du sucre donnent une grande autorité dans ces questions, de vouloir bien faire cette opération. Voici comment il a opéré :

» Le dépôt, préalablement lavé pour enlever toute trace de sucre, s'il avait pu en rester encore, a été converti en empois par une ébullition de vingt minutes dans de l'eau distillée. Puis on a abandonné le liquide à lui-même, pour effectuer la séparation des matières insolubles. On se proposait, en agissant ainsi, d'éviter les filtres de papier qui auraient pu fournir une matière saccharifiable. La liqueur surnageante a été soumise à l'ébullition pendant cinq à six heures avec de l'eau acidulée à 1 pour 100 d'acide sulfurique. L'acide sulfurique est saturé par le carbonate de baryte. Le liquide est filtré, puis évaporé au bain-marie. La matière est reprise par l'alcool, puis évaporée à sec, puis redissoute dans l'eau distillée. La liqueur ainsi obtenue réduit sensiblement la liqueur cuivrique de Fehling en formant un dépôt de grains rouges sur la paroi de la capsule.

» Cette opération, répétée deux fois par un chimiste habile, ne peut laisser aucun doute.

» Il existe donc, dans le jaune d'œuf, un amidon animal tout à fait comparable à l'amidon végétal. Et ce fait est une analogie de plus à ajouter à toutes celles que les physiologistes ont déjà signalées entre l'œuf des animaux et la graine des végétaux.

» Dans une communication prochaine, dont j'ai réuni déjà presque tous les éléments, je montrerai comment l'amidon se produit dans certains éléments du jaune, et je ferai connaître le mode de répartition des différentes substances qui le constituent entre les deux espèces de globules dont il est formé. »

PHYSIOLOGIE. — *Études expérimentales sur les Trichines et la trichinose dans leurs rapports avec la zoologie, l'hygiène et la pathologie; par* **M. G. Colin.** (Extrait par l'auteur.)

« Quoique la *Trichina spiralis* ait été dans ces derniers temps l'objet de nombreuses publications, je n'ai pas hésité à poursuivre les expériences que j'avais commencées sur cet helminthe depuis quatre ans. En prévision des épidémies de trichinose qui peuvent reproduire en France ce qui est arrivé en Allemagne, j'ai cru qu'il était d'un grand intérêt d'examiner avec soin tout ce qui se rapporte à l'histoire de ce curieux parasite. Il ne m'a pas fallu moins de trois cent cinquante animaux, petits mammifères, chiens, porcs, moutons, oiseaux, reptiles et poissons pour étudier les particularités dont un grand nombre avaient été déjà signalées par MM. Virchow et Pagenstecher dans leurs excellents Mémoires.

» Mes recherches m'ont conduit à donner des solutions à un assez grand nombre de questions que les premiers observateurs avaient tranchées un peu légèrement, puis à mettre en évidence les points sur lesquels l'attention n'avait pas encore été appelée; enfin, à rectifier des erreurs qui pouvaient avoir des conséquences graves, au point de vue pratique. Aujourd'hui je me borne à examiner les caractères des Trichines et les conditions de leur développement, tant dans les muscles que dans l'appareil digestif.

» Ces parasites paraissent devoir, à juste titre, former, comme R. Owen l'a pensé, un genre à part dans l'ordre des Nématoïdes. Bien qu'ils aient des analogies avec les divers genres auxquels on a voulu les rapporter, ils s'en distinguent très-nettement. On ne peut, en effet, les considérer comme des trichosomes, quoiqu'ils aient, de même que ces derniers, la partie antérieure effilée, la postérieure renflée, l'intestin toruleux et un anus terminal. Le mâle des Trichines a deux spicules au lieu d'un; la femelle produit des petits vivants; ses œufs sphéroïdes n'ont pas de bouton translucide à leurs extrémités; les embryons éprouvent des migrations spéciales, différentes de celles que l'on attribue à certains trichosomes.

» Les Trichines ne peuvent être regardées comme des trichocéphales, car ceux-ci ont la partie antérieure et filiforme du corps séparée nettement de la postérieure; le mâle n'a qu'un spicule dans une gaîne; l'ovaire de la femelle est replié; ses œufs sont oblongs, à coque épaisse et pourvue d'un goulot aux deux bouts. Ces vers vivent dans le gros intestin et s'attachent à la membrane muqueuse. Si Leukart a cru développer des trichocéphales

sur un porc qui avait fait usage de viande trichinée, cet éminent observateur a été trompé par une coïncidence dont j'ai vu plusieurs exemples. Rien n'autorise à admettre que la Trichine soit une larve de cet helminthe, car, la plupart des porcs ayant des trichocéphales sexués, bien peu de ces pachydermes seraient dépourvus de Trichines.

» Elles ne sauraient être non plus considérées comme des pseudalies, quoi qu'en ait dit M. Davaine. Les Trichines n'ont pas comme celles-ci le tégument lisse, la bouche triangulaire, les spicules contournés, la vulve saillante et située au voisinage de l'anus, l'extrémité caudale atténuée. Le groupe générique qu'elles forment est naturel et mérite une place distincte à côté des précédents.

» Les Trichines, comme les téniadés et les linguatules, présentent anatomiquement et physiologiquement trois phases : l'embryonnaire, pendant laquelle s'opèrent les migrations; la larvée ou celle de la vie enkystée; puis celle de la vie intestinale, de l'évolution et de la ponte. En laissant de côté, pour le moment, la période embryonnaire, nous suivrons mieux le développement de ces singuliers helminthes.

» La constitution des kystes, qui marque le début de la seconde période, mérite quelque attention. On peut en saisir le mécanisme dans toutes ses particularités si l'on observe avec soin ce qui se passe dans les muscles à compter du dixième ou du quinzième jour après l'ingestion de la viande trichinée. A ce moment, les embryons qui viennent de l'intestin en s'insinuant dans les interstices des faisceaux musculaires ne produisent aucune dilacération appréciable; ils se meuvent lentement, prennent des positions très-variées, suivent la direction des fibres ou la croisent sous divers angles, sans laisser la moindre trace de leur passage, ni provoquer autour d'eux de modifications sensibles dans l'état des tissus. Une fois que l'embryon a pris les dimensions que le ver peut acquérir dans le muscle, on voit se dessiner autour du point occupé par ses ondulations ou par sa spire un espace elliptique, qui résulte de l'écartement des faisceaux primitifs, et non de leur destruction ou de leur usure; cet espace se remplit de matière granuleuse, à l'extérieur de laquelle s'organise une paroi membraneuse à feuillet simple. En aucun cas je n'ai pu voir le kyste se former, comme l'a prétendu M. Virchow, aux dépens des faisceaux musculaires et de leur enveloppe.

» Dès que le kyste est formé, il n'éprouve plus que des changements insignifiants dans ses contours, les plis de ses extrémités et la configuration

de ses pôles; il conserve pendant plusieurs années l'aspect qu'il avait au bout de six semaines : aussi, sur les animaux qui, dans le cours de la vie, subissent quatre ou cinq invasions de Trichines, séparées par de longs intervalles, il est impossible de reconnaître les kystes qui appartiennent à chacune de ces invasions. Les Trichines peuvent même s'installer en nombre presque infini dans le système musculaire, sans que leur enveloppe change notablement de caractère. J'ai vu des kystes semés de manière à former des groupes, des réseaux, des séries : ils étaient seulement aplatis par quelque côté, et leurs pôles présentaient de légères déviations; leurs helminthes n'en avaient pas moins les proportions normales et ne paraissaient nullement gênés. Dans le cas de trichinoses graves que j'ai étudiées sur le porc, j'ai pu, en découpant un gramme de muscle en une centaine de lamelles translucides, m'assurer qu'un kilogramme de substance musculaire pouvait renfermer jusqu'à cinq millions de Trichines.

» La Trichine enkystée a, selon toutes probabilités, une longévité considérable, car sur l'homme on en a trouvé de vivantes dont l'origine remontait à une dizaine d'années. Dans mes expériences, après un séjour de quatre années dans les muscles de plusieurs petits animaux, elles ne semblaient dater que de quelques semaines. Après cette longue période, elles n'avaient pas éprouvé d'accroissement sensible ni de modifications appréciables; leur jeunesse paraissait devoir être indéfinie. Celles qui furent données à d'autres animaux se développèrent avec la rapidité ordinaire. Sous ce rapport, elles se distinguent des cistoïdes et des linguatules, dont la vie agame est assez limitée.

» L'évolution complète dans l'appareil digestif de la Trichine enkystée est certainement la phase la plus intéressante de la vie de ce parasite. Je l'ai étudiée successivement sur plusieurs types, pris dans les quatre classes de vertébrés. Mais c'est sur les oiseaux que j'en ai d'abord constaté les premiers phénomènes avec le plus de netteté : les uns se sont passés dans l'estomac, les autres dans l'intestin grêle.

» L'estomac n'a jamais eu d'autre rôle que de dissoudre le kyste et de mettre la Trichine en liberté; il a envoyé dans l'intestin des kystes intacts, dont la déhiscence s'est faite ultérieurement, et d'autres qui, associés à des faisceaux musculaires non ramollis, ne se sont point ouverts. Les chiens à fistule gastrique et les digestions artificielles ont reproduit très-exactement ce qui s'était passé dans l'estomac.

» Arrivées dans l'intestin grêle, les Trichines, encore stimulées par l'ac-

tion du suc gastrique, se sont déroulées et ont commencé à prendre un nouvel accroissement. Au bout de vingt-quatre heures, quelques parties de l'appareil génital se sont dessinées du côté de l'extrémité caudale; le deuxième jour, cet appareil est devenu visible dans presque toute son étendue; le troisième, les œufs ont rempli une partie de l'oviducte; le quatrième, les embryons ont paru à l'une des extrémités de cet organe; dès lors, la totalité du corps, sauf la partie effilée, s'est montrée distendue par l'appareil reproducteur; le cinquième jour, les embryons se sont mis en mouvement, et la ponte a commencé le sixième jour, pour se continuer pendant plusieurs semaines.

» Les mêmes phénomènes se sont accomplis avec une remarquable uniformité chez les mammifères, comme chez les oiseaux; les variantes observées en comparant les herbivores aux carnassiers, les monogastriques aux animaux à estomac multiple, sont indiquées dans le cours de mon Mémoire. Les principales portent sur la promptitude ou la lenteur du passage des helminthes dans l'intestin et sur la proportion de ceux qui sont arrivés à leur complet développement. Comme les Trichines ne s'attachent point à la muqueuse à la manière des sclérostomes, des trichocéphales et de certains oxyures, bon nombre d'entre elles sont entraînées par le courant alimentaire. Néanmoins il en reste encore des quantités considérables, jusqu'à quarante et même cinquante dans une seule goutte de matière intestinale. Un jeune porc qui a succombé lors de l'immigration des embryons, avait encore de vingt à vingt-cinq mille Trichines dans l'intestin grêle, lesquelles pouvaient donner huit à dix millions de petits.

» A compter de la ponte, une différence capitale se fait observer entre les mammifères et les oiseaux. Sur les premiers seuls, les embryons parviennent aux muscles, sur les autres ils périssent sans avoir pu effectuer leurs migrations, comme Fuchs et Pagenstecher l'avaient déjà constaté.

» Chez les vertébrés à sang froid, reptiles et poissons, l'évolution de la Trichine ne dépasse pas son phénomène initial. Les Trichines sont mises en liberté par l'action du suc gastrique qui dissout parfaitement leurs kystes; elles passent dans l'intestin, où elles trouvent d'abondants matériaux de nutrition; mais elles s'y tiennent enroulées, presque immobiles faute d'une température suffisamment élevée; peu à peu, elles arrivent au cloaque, où elles supportent sans danger le contact irritant des produits de la sécrétion urinaire; enfin elles en sont éliminées, après un séjour parfois très-prolongé, sans avoir perdu la faculté de reprendre plus tard leur développement.

En effet, leur évolution s'est complétée chez les vertébrés à sang chaud auxquels j'ai fait avaler les déjections de reptiles et de poissons nourris de viande trichinée.

» Enfin, chez les insectes ou leurs larves, particulièrement chez celles de la mouche carnassière, les Trichines en grand nombre, prises avec la chair, ont été débarrassées de leur kyste et se sont retrouvées intactes dans l'intestin, mais la plupart dans une torpeur complète. Celles-ci, ramenées dans les voies digestives d'un animal supérieur, n'ont pu s'y développer ni même y revivre, sauf de très-rares exceptions.

» Ce n'est donc que sur les vertébrés à sang chaud que les Trichines, parvenues à l'intestin, parcourent entièrement les phases de leur évolution sexuelle, et c'est sur les mammifères seuls que leur progéniture peut sortir du tube digestif et s'installer dans le système musculaire. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'action physiologique de la méthylaniline, de l'éthylaniline, de l'amylaniline comparée à celle de l'aniline.* Note de **MM. F. Jolyet et A. Cahours**, présentée par M. Coste.

« Le fait qu'on peut, dans un composé, remplacer un équivalent d'hydrogène par un équivalent d'un radical organique sans altérer, au point de vue chimique, les propriétés fondamentales de ce composé, soulève cette question correspondante : Modifie-t-on, par cette substitution, les propriétés physiologiques du composé ?

» C'est la solution de cette question, relativement à l'aniline et à quelques-uns de ses dérivés, que nous venons aujourd'hui soumettre à l'Académie.

» Nous avons comparé à l'action physiologique connue de l'aniline les phénomènes produits chez les grenouilles par la méthylaniline, l'éthylaniline et l'amylaniline.

» Voici quels sont les phénomènes résultant de l'action de ces substances et en particulier de la méthylaniline auxquels ils se rapportent plus spécialement.

» Si l'on introduit dans une cloche une grenouille avec une petite éponge imbibée de méthylaniline, on remarque que les mouvements de l'animal se ralentissent peu à peu pour disparaître complétement au bout de vingt à trente minutes ; mise sur le dos, la grenouille ne fait aucun effort pour se retourner sur le ventre. Les mouvements respiratoires continuent

à se faire, mais irréguliers, et de la gorge seulement. Les mouvements réflexes persistent, mais affaiblis, et l'on peut, par de fortes excitations, provoquer encore de violents mouvements dans les membres postérieurs.

» Cet état dans lequel se trouve l'animal peut être exprimé par ces mots : « *Abolition de la spontanéité, stupeur* », qui caractérisent un des premiers degrés de l'action de la substance. Si l'on abandonne plus longtemps la grenouille dans l'atmosphère toxique, les mouvements respiratoires disparaissent à leur tour ainsi que les mouvements réflexes.

» L'examen des nerfs lombaires, au moyen de la pince électrique de Pulvermacher, montre que leur excitabilité est plus ou moins affaiblie ou complétement abolie.

» L'irritabilité musculaire est partout conservée pendant toute la durée de l'empoisonnement. Le cœur sanguin continue ses battements, qui restent réguliers de rhythme et de force. Pendant ce temps, la substance s'élimine par exhalation cutanée et évaporation du corps de l'animal. Après une durée plus ou moins longue de cette mort apparente, mais toujours très-longue quand l'intoxication a été poussée jusqu'à la perte d'excitabilité des nerfs moteurs, on peut voir souvent les mouvements reparaître peu à peu. Les mouvements respiratoires hyoïdiens d'abord, puis les mouvements volontaires, et finalement la grenouille revenir à son état normal.

» Si l'on compare ces phénomènes résultant de l'action des dérivés de l'aniline à ceux causés par l'aniline elle-même, on trouve une opposition complète : à l'abolition de l'action du centre cérébro-rachidien causée par les premiers, il faut opposer l'excitation de ces centres et l'état de convulsions cloniques, qui sont les phénomènes saillants de l'empoisonnement par l'aniline.

» Nous sommes donc en droit de conclure que si, au point de vue chimique, la substitution d'un radical organique à l'hydrogène d'un composé équivalent à équivalent n'altère pas chimiquement les propriétés fondamentales de ce dernier, il n'en est pas de même au point de vue physiologique, dans certains cas les radicaux alcooliques, méthyle, éthyle, amyle, introduisant avec eux dans le composé certaines propriétés physiologiques qui leur paraissent propres. »

M. E. Monnier adresse une Note relative à la pondérabilité de la cha-

leur. L'auteur, en faisant connaître le procédé qu'il a imaginé pour donner aux expériences une précision suffisante, se réserve d'en faire connaître les résultats, lorsqu'il aura éloigné toutes les causes d'erreur.

M. Manico soumet au jugement de l'Académie une brochure imprimée en anglais, et portant pour titre « Nouvelle méthode pour contrôler les cours d'eau au moyen du caisson de fer de M. Manico, par *M. Fontaine* ».

Cet ouvrage sera soumis à l'examen de M. Combes.

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 6 heures. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 1er juin 1868, les ouvrages dont les titres suivent :

OEuvres de Lagrange, publiées par les soins de M. J.-A. Serret, *sous les auspices de S. Exc. le Ministre de l'Instruction publique,* t. II. Paris, 1868; in-4°.

Zoologie et paléontologie générales. — Nouvelles recherches sur les animaux vertébrés dont on trouve les ossements enfouis dans le sol, et sur leur comparaison avec les espèces actuellement existantes; par M. P. Gervais, feuilles 20 à 24, avec planches. Paris, 1868; in-4°.

Leçons élémentaires de Chimie moderne; par M. Ad. Wurtz. Paris, 1867-1868; in-12, avec figures.

Manuel de Chimie théorique et pratique; par M. William Odling, édition française publiée avec l'autorisation de l'auteur, par M. Ed. Willm. 1re partie : *Métalloïdes.* Paris, 1868; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Ad. Wurtz.)

Traité d'hydraulique et de géologie agricoles, par M. A. DUPONCHEL. Paris, 1868; 1 vol. grand in-8°, avec planches.

Étude expérimentale sur l'action physiologique du bromure de potassium; par MM. MARTIN-DAMOURETTE *et* PELVET. Paris, 1867; br. in-8°.

Étude expérimentale sur les effets physiologiques des fluorures et des composés métalliques en général; par M. A. RABUTEAU. Paris, 1867; in-8°. (Adressé au concours Barbier, 1868.)

Préservatifs et remèdes contre le choléra à la portée de tout le monde; par M. POGGIOLI. Paris, 1866; br. in-8°. (Adressé au concours Bréant, 1868.)

Traitement du choléra de 1866; *par* M. le Dr J. VRANCKEN, d'Anvers. Anvers, 1867; br. in-8°. (Adressé au concours Bréant, 1868.)

La lame spirale du limaçon de l'oreille de l'homme et des mammifères. — Recherches d'anatomie microscopique; par M. B. LOEWEMBERG. Paris, 1868; br. in-8°. (Envoyé, avec une seconde partie manuscrite, au concours de Médecine et Chirurgie, 1868.)

Anatomie et physiologie. — D'une circulation spéciale au rein des animaux vertébrés mammifères et de la sécrétion des urines qu'elle produit; par M. J.-P. SUCQUET. Paris, 1867; br. in-8°. (Envoyé au concours des prix de Médecine et Chirurgie.)

Études sur les diverses formes d'encéphalite (anatomie et physiologie pathologique); par M. G. HAYEM. Paris, 1868; in-8°. (Envoyé au concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1868.)

De la diplégie faciale; par M. PIERRESON. Paris, 1867; in-8°. (Envoyé au concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1868.)

Influence de la contractilité artérielle sur la circulation; par MM. LEGROS *et* ONIMUS. Sans lieu ni date; br. in-8°. (Adressé au concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1868.)

Leçons de clinique médicale faites à l'hôpital de la Charité par M. S. JACCOUD. Paris, 1867; in-8° avec planches. (Adressé au concours des prix de Médecine et Chirugie, 1868.)

Die... *La méthode extra-péritonéale pour la pratique de l'ovariotomie; par* M. B. STILLING. Berlin, 1868; in-8°. (Adressé au concours de Médecine et Chirurgie, 1868.)

Untersuchungen... *Recherches sur la physiologie des muscles et des nerfs; par* M. LUDIMAR HERMANN, 3e livraison. Berlin, 1868; in-8°. (Envoyé au concours de Physiologie expérimentale, 1868.)

Observations météorologiques faites à Versailles pendant les années 1846 *à* 1866. Commission chargée des observations : MM. HAEGHENS, BÉRIGNY et LACROIX. Sans lieu ni date; grand in-8°. (Adressé pour le concours du prix de Statistique.)

Mémoires des Concours et des Savants étrangers publiés par l'Académie royale de Médecine de Belgique. (4e fascicule du tome VI.) Bruxelles, 1868, in-4°.

Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou, publié sous la direction du Dr RENARD, année 1867, nos 1 et 2. Moscou, 1867; in-8°.

Giornale... *Journal des Sciences naturelles et économiques publié par les soins du conseil de perfectionnement adjoint à l'Institut royal technique de Palerme,* 1867, t. III, 4e fascicule. Palerme, 1867; in-4° avec planches.

Abhandlungen... *Mémoires publiés par la Société des Sciences naturelles de Brême*, t. Ier, 3e livraison. Brême, 1868; in-8°.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 JUIN 1868.

PRÉSIDENCE DE M. DELAUNAY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Matteucci** fait hommage à l'Académie du premier cahier d'un ouvrage qui a pour titre : « Documents et études sur le climat de l'Italie, recueillis et publiés par une Commission du gouvernement italien, sous la direction de C. Matteucci ». L'ouvrage se somposera de deux parties : l'une sera consacrée aux monographies spéciales des régions les plus importantes de la Péninsule; l'autre embrassera l'ensemble du climat de l'Italie.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voix du scrutin, à la nomination des deux candidats qui doivent être présentés par elle, pour la Chaire d'Anatomie comparée laissée vacante au Muséum d'Histoire naturelle par le décès de *M. Serres*.

La Commission chargée de préparer une liste de candidats pour cette nomination avait présenté, dans le dernier Comité secret, la liste suivante :

En première ligne. . . . . M. Gervais.
En seconde ligne. . . . . M. Jacquart.

Au premier tour de scrutin, destiné à choisir le candidat qui doit être présenté en première ligne, le nombre des votants étant 55,

M. Gervais obtient. . . . . 52 suffrages.

Il y a deux billets blancs, et un billet nul.

Au second tour de scrutin, destiné à choisir le candidat qui doit être présenté en seconde ligne, le nombre des votants étant 54,

M. Jacquart obtient.	42	suffrages.
M. Pouchet.	8	»
M. Joly.	3	»

Il y a un billet blanc.

En conséquence, la liste présentée par l'Académie à M. le Ministre de l'Instruction publique sera composée de la manière suivante :

En première ligne. . . . . **M. Gervais.**
En seconde ligne. . . . . **M. Jacquart.**

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de cinq de ses Membres qui devront s'adjoindre à la Section d'Astronomie, pour composer la Commission chargée d'examiner la question de la translation de l'Observatoire impérial de Paris.

MM. Élie de Beaumont, Yvon Villarceau, Serret, Dumas, Becquerel père obtiennent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE. — *Réponse à une Note précédente de* M. Houzeau; *par* **M. L. Sauvage.** (Extrait.)

(Renvoi à la Section de Chimie.)

« Avant de répondre à la Note de M. Houzeau, j'ai voulu faire des expériences avec des substances autres que l'éther ou le chloroforme, notamment avec la benzine, que l'on n'accusera pas sans doute d'être productrice d'eau oxygénée.

» J'avais dit dans ma Note, que « pour m'assurer de la neutralité absolue » de l'éther par rapport à l'iodure, je faisais la contre-épreuve, c'est-à-dire » que j'agitais en même temps avec le même éther une partie de la même

» solution d'iodure au millième sans addition d'acide sulfurique, et » qu'il était évident que si cette dernière restait incolore lorsque la so- » lution acidulée se colorait, c'est que l'acide avait mis de l'iode en » liberté. »

» Cette phrase, qui n'avait pas été insérée aux *Comptes rendus*, suffit pour montrer que l'éther n'est pas « producteur d'eau oxygénée ».

» La benzine se combine aussi avec l'iode, et se colore comme le chloroforme en violet, avec cet avantage que, sa densité étant moindre que celle de l'eau, elle monte à la surface, et, en se concentrant par l'évaporation, prend une teinte plus foncée et par conséquent plus visible. Mais la benzine, comme le chloroforme, a l'inconvénient de ne se diviser par l'agitation qu'en gouttelettes assez grosses, et par suite de ne pas s'emparer complétement de tout l'iode, puisque ces gouttelettes ne touchent pas toutes les molécules aqueuses; il faut donc agiter à plusieurs reprises; l'éther, au contraire, se divise à l'infini, et s'empare de l'iode libre immédiatement.

» Cette contre-épreuve prouve que l'éther est sans action sur l'iodure, contrairement à l'affirmation de M. Houzeau. L'expérience ne demande que quelques instants, et j'engage MM. les chimistes à la répéter et à se prononcer ensuite.

» S'il ne s'agissait que de la décomposition de l'iodure, cela mériterait peu d'attirer l'attention de l'Académie, mais toute une théorie fausse est basée sur cette prétendue résistance de l'iodure de potassium à l'acide sulfurique au millième. A ce point de vue, la question acquiert de l'importance et mérite d'être examinée. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Des causes de désordre auxquelles sont soumises les boussoles des navires en fer; modifications à apporter dans la construction des coques;* par **M. Arçon**. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Fizeau, Edm. Becquerel, Dupuy de Lôme.)

« Dans l'état actuel des constructions navales en fer, une imperfection s'est révélée par des accidents nombreux, et la cause en est justement attribuée au trouble qu'éprouve la boussole sous l'influence magnétique de la coque des navires.

» L'aiguille aimantée et le fer doux ont entre eux des relations qui provoquent les perturbations signalées dans les indications de la boussole. Ces relations sont de trois natures :

» L'une d'elles est causée par l'attraction que le fer doux exerce sur

l'aiguille, attirant avec une égale intensité chacun des pôles lorsqu'on le présente alternativement à l'un d'eux, en l'éloignant de l'action de l'autre : cette double action se détruit d'elle-même dans le cas où le fer est placé à une grande distance de l'aiguille, parce qu'il développe sur chacun des pôles des forces qui se font équilibre ; c'est le cas particulier du fer doux composant la coque des navires. La seconde relation provient de la formation accidentelle d'aimants fixes, développés dans certaines parties de la coque d'un navire ou dans les corps qui y sont arrimés, tels que les canons, les ancres, etc. ; celle-là n'exerce aussi qu'une influence constamment équilibrée par elle-même et qu'il est d'ailleurs toujours possible d'annuler par un système de corps remplissant les fonctions de compensateur. Il n'en est pas de même de la troisième cause, le magnétisme, dont la coque en fer est le siége.

» La coque des vaisseaux étant composée d'une suite continue de pièces de fer, juxtaposées et liées entre elles, se comporte comme le ferait un corps de ce même métal et qui serait d'une même pièce. Si l'on songe que ce phénomène est déterminé par l'action que l'état magnétique du globe terrestre exerce sur tous les corps, et que la distribution du fluide magnétique ainsi commandée par une action extérieure produit dans les corps une distribution indépendante de leur forme et de leur orientation, on comprend que la résultante de ces actions occupera, dans chacune des positions de l'orientation d'un navire, des directions qui pourront ne pas concorder avec celle du système magnétique terrestre, et qui, par conséquent, fausseront les indications de la boussole.

» C'est ce qui arrive, et il est facile de reconnaître que le maximum de déviation devra apparaître surtout dans les orientations voisines de 45, de 135, de 225 et de 315 degrés, où la coque du navire est placée dans les situations les moins symétriques par rapport au plan du méridien magnétique.

» Or, si l'on divise la coque du navire en deux parties, par l'interposition d'un corps non magnétique, on fait intervenir dans chacune d'elles deux pôles moins puissants que les premiers, et un examen facile conduit à reconnaître qu'ils s'équilibrent deux à deux, de manière à détruire leurs effets réciproques. Suivant la forme de la coque, suivant la distribution des masses métalliques qui devront y être contenues, il pourra toutefois être convenable de faire plusieurs coupures transversales ; mais il paraît à l'avance certain qu'un nombre très-restreint satisfera aux plus grandes exigences de la solution. On comprend, en effet, que si la coque était

divisée en fragments isolés, suffisamment petits, leur influence totale serait absolument nulle. Cette interruption à produire dans l'ensemble de la construction du navire n'a d'ailleurs pas besoin d'être totale ou absolue. En effet, lorsqu'on fait toucher bout à bout deux barreaux de fer tenus dans la direction de l'aiguille d'inclinaison, l'état magnétique manifesté dans chacun d'eux se modifie, et, de quatre pôles qui préexistaient, deux seulement persistent, en augmentant d'intensité; ceux qui occupaient les sommets mis en contact disparaissent. Si le contact entre les barreaux n'est que partiel, le phénomène ne se réalise pas non plus dans son entier. Une partie seulement de l'état magnétique se déplace, et cette partie semble proportionnelle à l'étendue du contact.

» Si donc, dans une coque de navire, la continuité du fer est maintenue dans la quille et dans les angles supérieurs où les flancs se raccordent avec le pont, la discontinuité n'étant produite que dans la surface de la coque, le phénomène intéressant à produire sera encore réalisé dans une proportion vraisemblablement suffisante. Il ne sera donc pas nécessaire, suivant toute probabilité, d'interrompre la continuité des ouvrages du navire qui constituent sa solidité, et il paraît suffisant de rompre cette continuité dans le revêtement de la coque. La forme à employer et la nature des matériaux restent d'ailleurs parfaitement libres : il suffit d'exclure les métaux magnétiques. Le bronze répondrait très-convenablement au besoin de la question. »

PATHOLOGIE. — *Du diagnostic des maladies du système nerveux au moyen de l'ophthalmoscope* (2e Mémoire); *par* **M. E. Bouchut.** (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Médecine.)

« *Conclusions.* — 1° L'ophthalmoscope permet souvent de découvrir à l'intérieur de l'œil des lésions de circulation, de sécrétion et de nutrition qui annoncent une maladie organique du système cérébro-spinal.

» 2° La névrite optique, la névro-rétinite, la choroïdite et l'atrophie papillaire accompagnent la plupart des maladies aiguës et chroniques des méninges du cerveau et de la moelle.

» 3° C'est par les rapports anatomiques et physiologiques de l'œil avec la moelle et le cerveau qu'il faut expliquer la loi de coïncidence des névrites optiques avec les lésions organiques du système nerveux.

» 4° Toutes les fois qu'un violent obstacle à la circulation cérébrale se

produit par le fait d'une lésion de l'encéphale ou de la moelle, il y a une hypérémie papillaire et rétinienne.

» 5° Quand une phlegmasie aiguë ou chronique occupe l'encéphale, l'inflammation peut se propager dans l'œil en suivant le nerf optique.

» 6° Les maladies des cordons antérieurs de la moelle peuvent, en raison de leur anastomose avec le grand sympathique, au niveau des deux premières paires dorsales, produire dans l'œil des phénomènes d'hypérémie papillaire qui engendrent plus tard l'atrophie du nerf optique.

» 7° Les névrites optiques et les névro-rétinites produites par les maladies aiguës ou chroniques du système nerveux s'observent en général dans les deux yeux.

» 8° Dans les lésions de l'encéphale ou des méninges, la névrite optique est en général plus marquée dans l'œil correspondant à l'hémisphère qui est le plus gravement affecté.

» 9° Les altérations du nerf optique et de la rétine, compliquées de troubles nerveux de la sensibilité, de l'intelligence et du mouvement, indiquent toujours une maladie organique de l'encéphale.

» 10° Il ne faut pas isoler les altérations du nerf optique et de la rétine des autres symptômes de l'état morbide, et alors leur constatation ajoute au diagnostic un élément de certitude incontestable.

» Les maladies du système nerveux dans lesquelles s'observent la névrite optique et la névro-rétinite sont : la phlébite des sinus, la méningite aiguë et chronique, l'encéphalite chronique, l'hémorrhagie cérébrale, les tumeurs du cerveau, la contusion et la compression cérébrales, l'hydrocéphalie chronique, les abcès du cerveau, la myélite aiguë, l'ataxie locomotrice, la contracture dite *essentielle*, et certains cas d'épilepsie, de paralysie ou de névrose liés à une lésion organique de la substance nerveuse. »

M. V. Cassaignes adresse un complément à une communication précédente sur le choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. Doin adresse, par l'intermédiaire du Ministère de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux publics, une observation relative à l'efficacité des injections d'eau froide et d'éther phosphoré pour vaincre l'inertie de la vessie urinaire.

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux publics informe l'Académie que, conformément à sa demande, il mettra à la disposition de *M. Janssen,* pour son voyage dans l'Inde, l'un des pyrhéliomètres construits par M. Pouillet et faisant partie des collections du Conservatoire impérial des Arts et Métiers.

MM. Galibert, Mesmet, Schiaparelli adressent à l'Académie leurs remercîments, pour les récompenses dont leurs travaux ont été l'objet dans la séance du 18 mai.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un volume qui vient de paraître des « Transactions de la Société royale de Victoria ».

Ce volume contient, en particulier, un Mémoire de *M. G.-B. Halford* qui a pour titre : « De l'état du sang après la mort occasionnée par la morsure d'un serpent ».

D'après l'auteur de ce Mémoire, « quand une personne est mordue par le *Cobra di Capella,* des germes de matières vivantes sont introduits dans son sang; ils y développent rapidement des cellules et s'y multiplient avec une promptitude telle, que des millions s'y produisent en quelques heures, aux dépens sans doute de l'oxygène absorbé dans le sang pendant l'inspiration; de là viennent la décroissance graduelle et l'extinction de la combustion, les changements qui se manifestent dans toutes les parties du corps et qui sont suivis du refroidissement, de l'assoupissement, de l'insensibilité, du ralentissement de la respiration, et de la mort.

» Les cellules qui rendent en si peu de temps le sang incapable de maintenir la vie sont circulaires, avec un diamètre d'environ $\frac{1}{1700}$ de pouce; elles contiennent un *nucleus* presque rond, de $\frac{1}{2800}$ de pouce de largeur; ce *nucleus*, regardé avec un fort grossissement, se montre rempli de sphérules de germes de matières vivantes encore plus petites. En outre, l'application du *magenta* révèle un petit point coloré sur quelques parties de la circonférence de la cellule. C'est ce qui, outre sa dimension, la fait distinguer du pus blanc ou des corpuscules de la lymphe.

» En sorte qu'il paraîtrait que, tandis que les cellules végétales exigent

pour se développer une nourriture inorganique et le dégagement de l'oxygène, les cellules animales demandent une nourriture organique et l'absorption de l'oxygène. Cette nourriture se rencontre dans le sang, et l'oxygène leur est offert par les poumons. Ainsi, tout le sang se désorganise, et, après la mort, on ne retrouve qu'un sang sombre et fluide : la fluidité de ce sang indique le manque de fibrine et la couleur sombre indique l'absence d'oxygène : le liquide absorbe immédiatement de l'oxygène, quand on l'expose à l'air après la mort. »

ANALYSE. — *Note relative à l'intégration d'une équation différentielle remarquable; par* **M. Allégret**.

« Euler a démontré le premier que l'intégrale générale de l'équation différentielle

$$\frac{dx}{\sqrt{A+Bx+Cx^2+Dx^3+Ex^4}} \pm \frac{dy}{\sqrt{A+By+Cy^2+Dy^3+Ey^4}} = 0,$$

qui a lieu entre les cinq paramètres A, B, C, D, E et les deux variables x et y, peut être obtenue au moyen d'une équation *algébrique* entre x et y. On obtient rapidement cette intégrale par le procédé suivant, dont l'idée appartient à Lagrange. Si l'on pose, d'une part,

$$X = A + Bx + Cx^2 + Dx^3 + Ex^4,$$
$$Y = A + By + Cy^2 + Dy^3 + Ey^4,$$

et, d'autre part, en introduisant la variable auxiliaire t,

$$\frac{dx}{\sqrt{X}} = \mp \frac{dy}{\sqrt{Y}} = dt,$$

on observera tout d'abord qu'on a identiquement, en tenant compte des valeurs précédentes de X et Y,

$$\frac{\frac{dX}{dx} + \frac{dY}{dy} - 2\frac{X-Y}{x-y}}{(x-y)^2} = D + 2E(x+y).$$

En multipliant ensuite les deux membres de cette identité par

$$(\sqrt{X} \mp \sqrt{Y})\, dt = dx + dy,$$

et en remarquant qu'on a

$$(\sqrt{X} \mp \sqrt{Y})\, dt = dx - dy,$$
$$\frac{1}{2}\left(\frac{dX}{dx} + \frac{dY}{dy}\right) dt = d(\sqrt{X} \mp \sqrt{Y}),$$

le premier membre de l'identité précédente, après la multiplication faite, pourra être mis sous la forme

$$2\frac{\sqrt{X}\mp\sqrt{Y}}{x-y}\left[\frac{d(\sqrt{X}\mp\sqrt{Y})}{x-y}-\frac{(\sqrt{X}\mp\sqrt{Y})(dx-dy)}{(x-y)^2}\right]=d\left(\frac{\sqrt{X}\mp\sqrt{Y}}{x-y}\right)^2.$$

On aura donc, par une intégration immédiate,

$$\left(\frac{\sqrt{X}\mp\sqrt{Y}}{x-y}\right)^2=D(x+y)+E(x+y)^2+\alpha,$$

α désignant une constante arbitraire. C'est là l'intégrale générale de l'équation d'Euler; et en chassant les radicaux, on en déduit, après des simplifications convenables, l'équation trouvée en premier lieu par Euler.

» L'importante découverte que je viens de rappeler succinctement est demeurée jusqu'ici, je crois, un fait analytique. Je viens de reconnaître qu'on peut également intégrer une autre équation analogue à celle d'Euler, quoique un peu plus compliquée. Cette nouvelle équation différentielle est

$$(1)\qquad \frac{dx}{\sqrt[3]{(A+Bx+Cx^2+Dx^3)^2}}+\frac{dy}{\sqrt[3]{(A+By+Cy^2+Dy^3)^2}}=0.$$

» En posant

$$X=A+Bx+Cx^2+Dx^3,$$
$$Y=A+By+Cy^2+Dy^3,$$

l'intégrale de l'équation précédente peut se mettre sous cette forme algébrique

$$A+\left(\frac{y\sqrt[3]{X}-x\sqrt[3]{Y}}{x-y}\right)^3+\alpha xy\left[D-\left(\frac{\sqrt[3]{X}-\sqrt[3]{Y}}{x-y}\right)^3\right]=0,$$

α désignant encore la constante arbitraire introduite par l'intégration.

» En développant les cubes qui y entrent, l'intégrale prend la nouvelle forme

$$(2)\quad \begin{cases}(x-y)[3A+B(x+y)+Cxy]+3y\sqrt[3]{X^2Y}-3x\sqrt[3]{Y^2X}\\ \quad+\alpha\{(x-y)[B+C(x+y)+3Dxy]+3\sqrt[3]{Y^2X}-3\sqrt[3]{X^2Y}\}=0.\end{cases}$$

» Pour vérifier ce résultat *à posteriori*, il suffit de différentier cette dernière équation et d'éliminer ensuite du résultat la constante arbitraire, dont la valeur est fournie par l'équation elle-même. On retrouvera ainsi l'équation (1) affectée d'un *multiplicateur*, dont le calcul est un peu long et pénible. En faisant abstraction d'un dénominateur égal au carré du coefficient de α

dans l'équation (2), ce multiplicateur a pour valeur, ainsi qu'on s'en assurera aisément en opérant les réductions convenables,

$$\begin{aligned}
&\sqrt[3]{X^2}\Big\{9XY + 3Y\frac{dX}{dx}(y-x) \\
&\qquad + [(B^2 - 3AC) + (BC - 9AD)y + (C^2 - 3BD)y^2](y-x)^2\Big\} \\
&- 2\sqrt[3]{XY}\left[9XY + 3\left(X\frac{dY}{dy} - Y\frac{dX}{dx}\right)(x-y) - \frac{dX}{dx}\frac{dY}{dy}(x-y)^2\right] \\
&+ \sqrt[3]{Y^2}\Big\{9XY + 3X\frac{dY}{dx}(x-y) \\
&\qquad + [(B^2 - 3AC) + (BC - 9AD)x + (C^2 - 3BDx^2](x-y)^2\Big\}.
\end{aligned}$$

» On voit donc, en écartant les cas très-particuliers où ce multiplicateur devient nul ou infini pour certaines valeurs données aux paramètres A, B, C, D, que l'équation (2) est bien l'intégrale générale de l'équation (1).

» Il résulte du fait analytique que je viens de découvrir que les transcendantes données par la formule

$$\int_0^x \frac{dx}{\sqrt[3]{(A + Bx + Cx^2 + Dx^3)^2}}$$

ont une grande analogie avec les transcendantes elliptiques dites de *première espèce*, et qu'elles sont, comme ces dernières, susceptibles d'être ajoutées entre elles, d'être multipliées ou divisées par des nombres entiers ou fractionnaires, et cela au moyen d'opérations purement algébriques.

» Je me borne pour le moment à énoncer ces propositions, qui me paraissent dignes de l'attention des géomètres. »

CHIMIE. — *Études chimiques, optiques et cristallographiques sur les sels de thallium; par* **MM. Lamy** *et* **Des Cloizeaux**. (Extrait par les auteurs.)

« En préparant les échantillons des principaux composés du thallium que l'on a pu remarquer à l'Exposition universelle de 1867, l'un de nous a obtenu plusieurs nouveaux sels de ce métal, et observé, relativement à quelques-uns des sels connus, diverses particularités de forme et de composition imparfaitement décrites par les savants qui nous les ont fait connaître. Ces observations, et l'avantage de disposer de produits aussi remarquables par leur pureté que par la beauté de leurs formes géométriques, nous ont conduits à reprendre et à compléter l'étude des principaux sels de thallium, au triple point de vue de la composition chimique, des propriétés

optiques et de la forme cristalline (1). Ce sont les résultats de la première partie de notre travail, que nous avons l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie.

» Nous devons nous borner ici à énoncer les faits les plus généraux, en laissant de côté les nombres qui justifient l'exactitude de nos analyses ou de nos mesures et les figures qui représentent les espèces et les formes examinées.

» I. La composition et les caractères essentiels du sulfate, du nitrate et du carbonate de thallium ont été donnés par l'un de nous (*Annales de Chimie et de Physique*, t. LXVII). La forme et certaines propriétés optiques ont été partiellement reconnues par MM. Lang et Miller. Nous complétons ces observations diverses par les indications suivantes :

» *Sulfate de thallium*, TlO, SO^3. — Appartient au système du prisme rhomboïdal droit (rhombique); géométriquement et optiquement isomorphe avec le sulfate d'ammoniaque, ainsi que l'a constaté M. Lang.

» *Nitrate de thallium*, TlO, AzO^5. — Système rhombique. Prisme rhomboïdal droit de 125°52', mesuré par M. Miller. L'angle correspondant du nitre égale 118°50'. Le plan des axes optiques est parallèle au plan qui comprend les petites diagonales, et perpendiculaire à celui du nitre. Bissectrice aiguë *négative*, parallèle aux arêtes verticales du prisme primitif. Forte dispersion des axes.

» *Carbonate de thallium*, TlO, CO^2. — A été préparé en faisant une dissolution saturée à froid de protoxyde de thallium au moyen de l'alcool éthylthallique et en abandonnant la solution à elle-même. Au contact de l'acide carbonique de l'air, l'alcali du thallium s'est carbonaté lentement et a donné, au bout de plusieurs mois, les cristaux volumineux et complets à l'aide desquels on a pu déterminer la forme cristalline. Cette forme est sans analogie avec celle des carbonates de plomb, de potasse ou d'ammoniaque; elle appartient au système clinorhombique. Le plan des axes optiques est normal au plan de symétrie et presque exactement perpendiculaire à la base. La dispersion des axes est très-forte; la dispersion horizontale inappréciable.

» II. Le ferrocyanure, le tartrate neutre, le bitartrate et le paratartrate de thallium ont été analysés par M. Kuhlmann fils; la forme des deux derniers a été indiquée par M. de la Provostaye; mais les sels observés n'étaient pas,

(1) Tous les sels en question ont été préparés et analysés dans le laboratoire de M. H. Sainte-Claire Deville à l'École Normale.

en général, en cristaux suffisamment nets et purs pour permettre des déterminations bien précises.

» *Ferrocyanure*, $Tl^2Cy^3Fe + 2HO$. — Ce sel cristallise avec 2 équivalents d'eau, qu'il perd facilement à la température de 100 degrés. Très-peu soluble dans l'eau froide, il est dix fois plus soluble dans l'eau bouillante. Différant par sa composition du ferrocyanure de potassium, $K^2Cy^3Fe + 3HO$, il en diffère aussi par sa forme cristalline, qui est doublement oblique. Double réfraction très-énergique.

» *Tartrates de thallium.* — Les tartrates et paratartrates de thallium, comme les sels correspondants de potasse ou d'ammoniaque, sont généralement remarquables par la facilité avec laquelle ils cristallisent en gros et brillants cristaux; mais la quantité d'eau qu'ils renferment n'est pas toujours la même, et naturellement les formes ne sont pas identiques.

» *Bitartrate*, $TlO, HO, C^8H^4O^{10}$. — Soluble dans 120 parties d'eau froide et dans six fois son poids d'eau bouillante. D'une composition identique avec le bitartrate de potasse, il est géométriquement et optiquement isomorphe avec ce sel.

» *Tartrate neutre*, $C^8H^4O^{10}, 2TlO + HO$. — Cristaux d'un vif éclat et d'une grande réfringence, perdant à 100 degrés leur équivalent d'eau; solubles dans quatre fois leur poids d'eau à 15 degrés et dans moins du dixième de leur poids à l'ébullition. La composition de ce sel n'est pas la même que celle du tartrate neutre de potasse; dès lors il n'est pas étonnant que sa forme soit incompatible avec celle de ce dernier. Système clinorhombique. Plan des axes optiques normal au plan de symétrie et fortement incliné sur la base. Bissectrice aiguë négative, normale à la diagonale horizontale de la base. Dispersion des axes notable.

» *Tartrate de thallium et de soude*, $TlO, NaO, C^8H^4O^{10} + 8HO$, ou *sel de Seignette thallique*. — Composition identique à celle du sel de Seignette ordinaire. Efflorescent à l'air, très-soluble dans l'eau. Par sa forme géométrique ainsi que par ses propriétés optiques il est complétement isomorphe avec le sel de Seignette ammoniacal.

» *Autre tartrate double*, $TlO, NaO, C^8H^4O^{10} + C^8H^4O^{10}, 2TlO$. — Redissous dans l'eau et abandonné à une évaporation spontanée, le sel de Seignette thallique laisse déposer des cristaux complétement différents des précédents et par la forme et par la composition. Ce nouveau sel est anhydre, inaltérable à l'air, même à la température de 120 degrés. Système rhombique. Plan des axes optiques parallèle à la base. Bissectrice aiguë *positive*, parallèle à la grande diagonale de la base. Dispersion des axes très-forte.

» *Paratartrate neutre de thallium*, $C^8H^4O^{10}$, 2TlO. — S'obtient en beaux cristaux sous deux formes si différentes par la disposition de leurs faces, par leur éclat, leur réfringence et même par leur couleur, qu'il n'est pas possible de les confondre à simple vue.

» L'un de ces paratartrates, que nous appellerons *régulier*, parce qu'il faut des mesures précises pour reconnaître qu'il n'appartient pas au prisme droit rhomboïdal, a en effet pour forme primitive un prisme dont la base est inclinée de 90° 11′ sur les faces latérales. Le plan des axes optiques est parallèle au plan de symétrie. La bissectrice aiguë positive est presque exactement parallèle à la diagonale inclinée de la base.

» L'autre forme de paratartrate, l'*irrégulier*, appartient bien au même système clinorhombique, mais avec des inclinaisons de facettes incompatibles. Double réfraction très-énergique. Plan des axes optiques parallèle au plan de symétrie. Bissectrice aiguë positive assez oblique à la base. Dispersion des axes et dispersion *inclinée* faibles.

» Ces deux paratartrates ont exactement la même composition chimique, conservent leur transparence à 120 degrés, ont la même solubilité, qui est un peu moindre que celle du tartrate neutre, et prennent naissance dans les mêmes dissolutions. Le paratartrate neutre de thallium est donc *dimorphe*.

» On peut d'ailleurs obtenir l'une des deux formes à volonté en plaçant un cristal de l'une d'elles dans la solution sursaturée de l'une ou de l'autre. Ainsi, que dans une solution sursaturée de paratartrate régulier on introduise, avec toutes les précautions recommandées par M. Gernez, un cristal irrégulier, et ce cristal grossira, et d'autres cristaux de même forme prendront seuls naissance et s'accroîtront tout autour. Même résultat avec une solution sursaturée de paratartrate irrégulier, dans laquelle on a semé un cristal régulier.

» Nous ferons observer en passant que le paratartrate de potasse, dont la composition est d'ailleurs différente, appartient non pas au prisme droit rhomboïdal, comme on l'a cru jusqu'à ce jour, mais bien au système clinorhombique : $mm = 96° 42'$; $ph^1 = 92° 33'$. Plan des axes optiques normal au plan de symétrie et faisant avec la base un angle d'environ 27° 40′.

» *Oxalates de thallium.* — L'acide oxalique forme avec le protoxyde de thallium non pas seulement deux (1), mais au moins quatre sels distincts, à 1, 2 ou 4 équivalents d'acide, et dont la solubilité croît avec la quantité

---

(1) L'oxalate neutre et le bioxalate ont été étudiés par MM. Kuhlmann fils et Crookes.

d'acide qu'ils renferment. Ces sels ne sont tout à fait semblables, ni pour la composition ni pour la forme extérieure, aux sels correspondants de potasse.

» *Oxalate neutre*, TlO, C^2O^3. — Cristaux solubles dans soixante-six fois leur poids d'eau à 15 degrés; système clinorhombique. La forme primitive diffère de celle des oxalates de potasse ou d'ammoniaque connus. Plan des axes optiques parallèle au plan de symétrie.

» *Bioxalate hydraté*, TlO, HO, $(C^2O^3)^2$ + HO. — Ce sel perd 1 équivalent d'eau à 100 degrés. Il n'abandonne l'autre équivalent que vers 175 degrés, en se décomposant partiellement et se transformant en oxalate neutre. Soluble dans trois fois et demi environ son poids d'eau à 15 degrés, il cristallise en prismes du système clinorhombique, sans analogie avec les formes des bioxalates de potasse connus. Plan des axes optiques parallèle au plan de symétrie. Double réfraction énergique et forte dispersion des axes.

» *Bioxalate anhydre*, TlO, HO, $(C^2O^3)^2$. — Cristallise en prismes aplatis du système clinorhombique, incompatibles avec le prisme du bioxalate de potasse décrit par M. Marignac. Plan des axes optiques normal au plan de symétrie et faiblement incliné sur la base. Bissectrice aiguë positive normale à la diagonale horizontale de la base.

» *Quadroxalate*, $(C^2O^3)^4$, TlO + 7HO. — Ce sel, le plus soluble des oxalates et celui que l'on obtient le plus aisément en beaux cristaux, offre un certain nombre d'angles qui se retrouvent dans le quadroxalate de potasse. Doublement oblique. Plan des axes optiques et bissectrice aiguë *négative* assez oblique à la base. »

ÉLECTRO-CHIMIE. — *De l'action de l'arc voltaïque sur les oxydes terreux et alcalino-terreux; par* **M. F.-P. Le Roux**.

« Lorsque Davy réalisa avec la pile de l'Institution royale de Londres la magnifique expérience qui nous est devenue depuis si familière, sous une moins grande échelle il est vrai (1), il constata que les substances les plus réfractaires, telles que la chaux, la magnésie et d'autres oxydes du même genre fondaient ou disparaissaient dans ce foyer intense de chaleur. Il ne paraît pas que Davy, ni d'autres après lui, aient recherché quel genre d'al-

(1) La pile dont se servait Davy avait deux mille couples, zinc-cuivre et eau acidulée; la surface de chaque lame métallique était de 32 pouces carrés (206 centimètres carrés). Il obtenait des arcs d'une longueur de plus de 10 centimètres dans l'air libre.

tération subissent ces oxydes de la part de l'arc voltaïque. J'ai été amené, en poursuivant d'autres recherches, à considérer plus attentivement ces phénomènes, et j'ai reconnu les caractères non équivoques d'une véritable décomposition de ces oxydes.

» J'ai indiqué dans une précédente communication (1) le parti qu'on peut tirer, pour la production électrique de la lumière, de la juxtaposition auprès des pointes des charbons polaires d'un cylindre de magnésie; la chaux, la strontiane peuvent également être employées. Si on laisse fixe le cylindre employé, il s'y forme rapidement une assez légère cavité, puis les choses restent indéfiniment dans le même état, l'arc continuant de lécher la surface du corps, sans y amener d'autre modification que celle qui résulte de la vitrification opérée par l'absorption des vapeurs siliceuses fournies par les charbons impurs. Mais si l'on fait toucher le cylindre terreux contre les pointes des charbons et qu'on l'y maintienne constamment en contact par la pression d'un léger ressort, les choses se passent tout autrement. Si l'on opère avec un bâton de chaux, ou même simplement de craie, les charbons s'y creusent une véritable tranchée, où la chaleur se trouve condensée comme dans un four à réverbère; la quantité de lumière émise augmente dans une forte proportion. Si l'on examine le foyer de plus près, en se servant d'un verre noir, on voit que l'arc est remplacé par une sorte de nuage opaque lumineux, où l'on cesse de distinguer les pointes extrêmes des charbons, dont l'éclat est ordinairement si tranché : leur lumière se trouve ici noyée dans celle du fond ; il y a un dégagement, souvent fort abondant, de fumées blanchâtres, quelquefois de petites explosions; enfin le spectroscope fait voir un spectre discontinu, parsemé de raies très-brillantes dont quelques-unes sont très-larges; on y reconnaît celles qui sont données par les différents auteurs comme caractéristiques du calcium, mais elles sont ici beaucoup plus nombreuses, plus intenses et mieux définies. Cela ne doit pas surprendre, si l'on songe à l'énorme différence qui existe entre les intensités lumineuses que ce procédé permet d'atteindre comparativement à celles des spectres employés jusqu'ici (2); il ne me semble donc pas douteux qu'en s'attachant à n'employer que des produits purs on n'arrive, par cette méthode, à des données nouvelles sur les spectres des métaux.

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXVI, p. 837 (avril 1868).

(2) L'étincelle des batteries offre sans aucun doute une température encore plus élevée que celle de l'arc voltaïque, mais il faut remarquer que sa durée est excessivement courte et que l'impression sur l'organe de la vue est fonction de cette durée.

» Dans les mêmes conditions, la strontiane produit des effets analogues; la lumière prend alors une teinte rouge caractéristique; le spectroscope y fait reconnaître les raies du strontium. C'est là un moyen simple d'enrichir de rayons rouges la lumière électrique. Il faut remarquer d'ailleurs que la lumière blanche continue à exister dans la plus forte proportion, car si sur certains points le métal est mis en liberté, dans d'autres régions il repasse à l'état d'oxyde, et celui-ci, par son incandescence, fournit de la lumière sensiblement blanche.

» D'après ce qui précède, on ne peut, je crois, mettre hors de doute la décomposition des oxydes terreux et alcalino-terreux par l'arc voltaïque; il reste à savoir en vertu de quelle action cette décomposition a lieu. Est-ce une décomposition électrochimique, exercée sur l'oxyde devenu conducteur par suite de l'élévation de la température? Est-ce une action réductrice de la vapeur de carbone? Est-ce enfin simplement, suivant la théorie fondée par M. H. Sainte-Claire Deville, un résultat de l'élévation de la température produisant une dissociation des éléments, comme lorsqu'on chauffe de l'oxyde de mercure? Ces trois causes interviennent-elles simultanément, ce qui serait très-possible, ou quelqu'une d'entre elles fait-elle défaut? C'est ce que je ne saurais décider. Il ne me paraît cependant pas impossible de supprimer deux d'entre elles : on sait en effet qu'on peut produire, avec la lumière solaire concentrée, des effets de chaleur aussi puissants que ceux que l'on observe avec l'arc voltaïque, et l'analyse spectrale s'appliquerait aussi facilement que dans les expériences ci-dessus à l'étude des phénomènes; malheureusement cette idée demande, pour être réalisée, des circonstances spéciales. »

THERMO-DYNAMIQUE. — *Sur la détente et la compression des vapeurs saturées.* Note de **M. F. Cazin**, présentée par M. Le Verrier.

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie le résultat des recherches sur les vapeurs saturées, que j'ai entreprises aux frais de l'Association Scientifique, et que j'ai poursuivies depuis deux ans à l'Observatoire impérial.

» La question proposée était celle-ci : observer dans quelles circonstances une vapeur saturée se condense partiellement, lorsqu'on change son volume, sans ajouter ni soustraire de la chaleur.

» J'ai fait connaître à l'Académie, dans la séance du 25 janvier 1866, une première série d'expériences que j'ai exécutées sur la détente seulement. J'ai fait construire depuis cette époque un appareil qui permet d'opérer à volonté la détente ou la compression des vapeurs à des températures élevées.

» Un cylindre de cuivre horizontal, terminé par des glaces parallèles, et chauffé à l'aide d'un bain d'huile, contient la vapeur à l'état de saturation; sa capacité est de 6 litres, et sa longueur est de 60 centimètres. Un cylindre vertical d'un litre, communiquant par sa base inférieure avec le précédent, est immergé dans le même bain d'huile; il contient un piston de même métal, que l'on déplace pour augmenter ou diminuer le volume de la vapeur. La tige de ce piston traverse la base supérieure du cylindre au moyen d'une boîte à étoupes, de sorte que la vapeur peut être amenée sur les deux faces du piston. Pour introduire cette vapeur, on se sert d'une chaudière, communiquant respectivement avec le cylindre à glaces et avec la partie supérieure du cylindre à piston, et renfermant le liquide.

» Lorsque le bain d'huile a atteint la température voulue, on porte la chaudière à la même température, et on ouvre les robinets de communication, de sorte que la vapeur se répande à la fois dans les deux cylindres. Les deux faces du piston supportent ainsi la même pression, et on peut le déplacer sans un grand effort.

» Pour opérer une compression, par exemple, on intercepte la communication entre la chaudière et le cylindre à glaces; une certaine quantité de vapeur est ainsi isolée dans l'appareil. Mais on laisse la vapeur de la chaudière agir sur la face supérieure du piston. On abaisse alors rapidement le piston, et on réduit par là *momentanément* le volume de la vapeur isolée, ce qui suffit pour l'observation des phénomènes qui se passent dans cette vapeur, lorsqu'on la comprime sans addition ni soustraction de chaleur. La construction du piston ne présente aucune difficulté, parce qu'il n'est pas nécessaire qu'il retienne parfaitement la vapeur.

» Pour mettre le piston en mouvement, je me suis servi d'un corps de pompe à double effet, dont le piston agit directement sur la tige du précédent. En faisant arriver de l'air comprimé dans l'un ou l'autre des compartiments de ce corps de pompe, on abaisse ou on élève le piston à vapeur.

» La pression de la vapeur est indiquée par un manomètre à air libre adapté à la chaudière, et contenant une colonne de liquide depuis le mercure jusqu'à la chaudière.

» En chauffant les tuyaux qui amènent la vapeur dans les deux cylindres, on évite sa condensation dans ces tuyaux, et la vapeur se rend sèche et saturée dans l'appareil à glaces.

» Les difficultés d'exécution ont été très-habilement surmontées par M. Golaz, et j'ai pu observer les vapeurs d'eau, d'éther, de chloroforme, de benzine, jusqu'à dix atmosphères. La condensation partielle de la vapeur,

produite par le changement brusque du volume, se manifeste par un brouillard de très-courte durée; l'action des parois le fait disparaître rapidement. Lorsque le brouillard est assez épais, on le distingue sans peine, en regardant à travers les glaces un miroir qui réfléchit la lumière des nuées. Mais lorsqu'il est très-faible, il présente l'apparence d'une légère fumée qui ondule dans le cylindre. Il est alors nécessaire que les glaces soient bien nettes. Or, il y a un cas où cela est impossible; c'est celui où l'on comprime la vapeur. L'action des parois ramène bientôt la vapeur à sa température initiale, et alors une portion de cette vapeur est nécessairement condensée. Cette condensation se fait progressivement sur les parois; elle ne produit pas de brouillard; mais elle ternit les glaces, et, par suite, l'observation est troublée. J'ai remédié à cet inconvénient en regardant la vapeur avec une lunette appliquée contre la glace de l'appareil et donnant une image nette des parties centrales du cylindre. Avec cette lunette, on ne distingue pas les glaces, et on voit très-nettement les plus légers brouillards que le changement brusque de volume de la vapeur peut produire.

» Voici quels sont les résultats de mes expériences.

» La vapeur d'eau s'est toujours troublée par la détente; le brouillard présentait de belles nuances, suivant son intensité. Elle ne s'est jamais troublée par la compression.

» La vapeur d'éther a présenté un effet inverse, se troublant par compression, et restant transparente par détente.

» Ces deux résultats confirment ceux qu'a obtenus M. Hirn, à qui l'on doit les premières observations sur ce sujet.

» Voici maintenant les résultats nouveaux qui étaient l'objet de cette recherche.

» La vapeur de chloroforme a présenté un brouillard par la détente jusqu'à 130 degrés. A cette température, il était très-faible, et on ne l'obtenait pas facilement; la vapeur restait transparente par compression. Au-dessus de 136 degrés la compression était accompagnée d'un brouillard très-visible. Plus la température était élevée, plus le brouillard était intense : on ne l'observait jamais par la détente. Les expériences ont été faites de 80 à 150 degrés, par conséquent jusqu'à 9 atmosphères.

» La vapeur de benzine s'est comportée comme le chloroforme. Il y avait un brouillard par la détente seulement, jusqu'à 115 degrés, et par la compression seule, au-dessus de 130 degrés. Les observations entre ces deux températures n'ont pas été suffisamment multipliées par suite d'un accident qui a fait interrompre les expériences.

» Il est donc démontré par expérience, qu'il existe pour ces deux liquides une température *d'inversion*, au-dessous de laquelle la détente de la vapeur sèche et saturée, sans addition ni soustraction de chaleur, est accompagnée d'une condensation partielle, tandis qu'au-dessus de cette température c'est la compression qui détermine cette condensation.

» Par là se trouve vérifiée une conséquence des formules de la thermodynamique, à laquelle sont parvenus divers auteurs par des voies différentes.

» Je rappellerai que ces prévisions de la théorie sont résultées de l'introduction dans la thermo-dynamique des formules empiriques que M. Regnault a données pour plusieurs liquides.

» Les températures d'inversion que j'ai trouvées, par le calcul, en me servant de ces formules, sont 520 degrés pour l'eau, — 113 degrés pour l'éther, 123 degrés pour le chloroforme, 100 degrés pour la benzine. Le premier de ces nombres a été trouvé par M. Rankine dès 1854; plus tard, M. Dupré et M. Combes ont effectué des calculs analogues pour les autres liquides, et les différences des résultats s'expliquent par le choix des données, qui ne sont pas rigoureusement déterminées.

» Pour donner une idée du degré de précision que comportent mes expériences, j'ai calculé, d'après les formules de la thermo-dynamique, les poids de vapeur de chloroforme précipités dans les circonstances où j'opérais.

Température initiale.	Volume initial.	Volume final.	Vapeur condensée.	Effet thermométrique.
100°	5^l,844	6^l,862	0^{gr},174	— 6°,8
110	»	»	0,123	— 7,3
120	»	»	0,070	— 7,6
130	6,862	5,844	0,518	+ 8,5
140	»	»	0,644	+ 9,0
150	»	»	0,815	+ 9,6

» L'accord de la théorie et de l'expérience est aussi satisfaisant que possible, quand on a égard au défaut de pureté des liquides et à l'incertitude de quelques-unes des données sur lesquelles reposent les calculs. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur l'emploi du nitroprussiate de potasse comme réactif de l'alcalinité.* Note de **M. L. Filhol**, présentée par M. Wurtz.

« On sait que le nitroprussiate de potasse peut servir à distinguer une solution contenant de l'acide sulfhydrique libre, d'une solution contenant

un sulfure alcalin; en effet, tandis que les liqueurs où l'acide sulfhydrique existe à l'état de liberté ne subissent aucun changement apparent lorsqu'on y verse une solution de nitroprussiate, celles qui tiennent en dissolution un sulfure alcalin se colorent sur-le-champ en bleu ou en violet foncé. M. Béchamp a proposé d'employer le nitroprussiate de potasse comme un bon réactif pour distinguer les eaux minérales où le soufre se trouve à l'état d'acide sulfhydrique, de celles qui renferment un sulfure. MM. Mialhe et Lefort, dans un Mémoire relatif à la composition chimique des eaux chaudes, ont eu recours à ce réactif pour s'éclairer sur la manière d'être du soufre dans ces eaux minérales, et ils ont constaté que les eaux de Baréges se comportaient avec le nitroprussiate tout autrement que les eaux chaudes.

» La grande altérabilité des eaux de Bagnères-de-Luchon et d'Ax (Ariége), la facilité avec laquelle chacune d'elles émet dans l'air une quantité relativement notable de soufre à l'état d'acide sulfhydrique, m'avaient fait soupçonner, depuis quelques années, que les eaux de ces deux stations thermales contenaient du sulfure de calcium, dont l'altérabilité paraît être plus grande que celle du sulfure de sodium. Je comptais utiliser, dans l'intérêt de mes recherches, le nitroprussiate de potasse; mais j'ai rencontré des difficultés imprévues qui provenaient de diverses causes dont je parlerai bientôt. Ces difficultés m'ont conduit à étudier avec soin l'action du nitroprussiate de potasse sur certaines solutions, et à constater qu'un mélange de nitroprussiate et d'acide sulfhydrique constitue un réactif d'une grande sensibilité pour reconnaître l'alcalinité d'un liquide.

» Un pareil mélange ne se colore pas seulement en bleu sous l'influence des alcalis caustiques, mais aussi sous l'influence des carbonates, des bicarbonates, des borates, des silicates alcalins. Il se colore également en bleu très-intense lorsqu'on y ajoute du phosphate de soude ou tout autre sel exerçant sur la teinture de tournesol, ou les réactifs colorés analogues, une réaction alcaline. Il est assurément fort curieux de voir l'acide sulfhydrique agir sur une solution de phosphate de soude, de manière à produire du sulfure de sodium.

» On peut donc classer le nitroprussiate de potasse au nombre des réactifs qui permettent de découvrir les phénomènes de décomposition qui s'accomplissent, entre un acide et un sel, dans des liquides où tous les produits de la réaction peuvent rester dissous. Il est d'ailleurs évident que la connaissance de ces faits n'est pas sans intérêt pour l'étude des eaux sulfureuses, soit naturelles, soit artificielles. Il ne serait plus permis, aujour-

d'hui, d'admettre qu'une eau minérale ne contient que de l'acide sulfhydrique libre, si elle renferme, en même temps que cet acide, des carbonates, borates, silicates, phosphates alcalins. Une quantité plus ou moins forte de sulfure se produit, en effet, lorsqu'on mélange ces sels avec de l'acide sulfhydrique.

» Je me contente, pour le moment, de signaler ces premières observations, pour prendre date, me proposant de les poursuivre et de les compléter. En étudiant les eaux d'Ax (Ariége) au moyen du nitroprussiate de potasse, j'ai été fort surpris de voir l'eau des sources les plus chaudes (1) se colorer à peine lorsque j'y versai une solution de ce sel, et se comporter comme une solution d'acide sulfhydrique libre alors que j'avais une multitude de raisons pour considérer ces eaux comme tenant en dissolution du sulfure de sodium. Je n'ai pas été moins surpris en voyant la même eau minérale, refroidie à l'abri de l'air, se comporter comme une dissolution de sulfure alcalin au contact du nitroprussiate. Se produirait-il déjà à des températures de 75 degrés centigrades un de ces phénomènes de dissociation qui ont été observés sur d'autres corps et à des températures beaucoup plus élevées, dans ces dernières années, par divers chimistes? Je ne suis pas éloigné de le croire. Quoi qu'il en soit, l'observation m'a paru digne d'être signalée. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide chloropropionique*. Note de **M. J.-Y. Buchanan**, présentée par M. Wurtz.

« L'acide chloropropionique, étudié par M. Ulrich, n'avait pas encore été obtenu à l'état de pureté. M. Ulrich dit seulement qu'il est beaucoup moins volatil avec les vapeurs d'eau que l'acide propionique.

» Je suis parvenu d'une manière assez simple à le préparer complétement pur et à en étudier les propriétés. J'ai distillé du lactate de chaux avec deux équivalents de perchlorure de phosphore et rectifié le produit deux fois en prenant chaque fois la partie qui bout au-dessous de 111 degrés. De cette manière, on obtient du chlorure de lactyle dissous dans une très-grande quantité d'oxychlorure de phosphore. J'ai ajouté à ce liquide soigneusement refroidi dans l'eau froide le quart de son poids d'eau. Au bout de deux ou trois heures, le mélange est devenu homogène. La réaction est complète sans être trop violente, quand on a bien soin de ne pas

(1) Leur température est de 75 à 76 degrés centigrades.

opérer sur de trop grandes quantités à la fois et de refroidir dans des limites convenables; car, plongé dans la glace l'oxychlorure de phosphore peut rester pendant longtemps en contact avec l'eau sans qu'aucune réaction se produise. A la distillation, une fois le dégagement de l'acide chlorhydrique terminé, le liquide se sépare en deux couches, le thermomètre monte tout d'un coup à 180 degrés, et toute la couche supérieure passe entre cette température et 186 degrés. La couche inférieure est de l'acide phosphorique à l'état visqueux. Le produit recueilli, après deux rectifications, bouillait à 186 degrés, corrections faites. C'était de l'acide chloropropionique pur comme l'a montré la détermination de chlore suivante :

Théorie....................	32,72 pour 100
Trouvé....................	32,42 pour 100

» Ce n'est qu'en opérant ainsi que l'on obtient directement un acide tout à fait pur. J'ai essayé la même réaction avec le chlorure de lactyle privé le plus possible d'oxychlorure de phosphore; mais, même en faisant réagir sur ce corps un volume égal d'eau, ce qui représente un excès énorme, et en tenant le mélange pendant plusieurs heures en ébullition, je n'ai pu réussir à décomposer la totalité de chlorure de lactyle.

» L'acide chloropropionique est un liquide incolore, limpide comme l'eau, possédant une odeur faible comprise entre celle de l'acide acétique et celle de l'acide butyrique. Il attaque la peau en y produisant des ampoules, et laisse sur le papier une tache huileuse. Il se mêle, en toutes proportions, avec l'eau, l'alcool ou l'éther. Il bout à 186 degrés, sa densité est de 1,28 à zéro, et il se dilate fortement par la chaleur. Ayant perdu par malheur la plus grande partie de ma substance, il ne m'en restait plus assez pour faire la détermination de la densité de vapeur. J'espère prochainement pouvoir communiquer ce nombre. L'acide reste liquide même dans un mélange réfrigérant de glace et de sel. L'eau ne le décompose pas. En faisant bouillir la dissolution aqueuse, l'acide distille avec les vapeurs d'eau, tandis que la température du liquide s'élève, et dès que la température a dépassé 120 degrés, le thermomètre monte rapidement à environ 180 degrés, et entre cette température et 186 degrés, on recueille la plus grande partie de l'acide presque complétement exempt d'eau. Le corps chauffé avec une petite quantité de base se décompose immédiatement en chlorure et lactate métalliques.

» Si l'on compare les propriétés de cet acide avec celles de l'acide chloracétique, on est immédiatement frappé de l'identité des points d'ébul-

lition de ces deux corps. Selon M. R. Hofmann (1), l'acide chloracétique bout à 186 degrés. Il est difficile à croire que ces deux acides soient réellement homologues; toutefois un cas pareil se présente dans la série des glycols, mais je crois que là aussi les corps en question ne sont que des isomères des homologues normaux. Et, en effet, tout récemment (2) M. Wichelhaus a fait voir qu'il existe deux acides chloropropioniques isomères qu'il a nommés α et β. L'acide α est celui que je viens de décrire, l'acide β a été préparé en traitant un sel de l'acide glycérique par le perchlorure de phosphore et décomposant le chlorure produit par l'eau. L'isomérie est des plus prononcées. M. Wichelhaus donne aux deux acides les formules suivantes : à l'acide α la formule $CH^3 - CHCl - CO.OH$; à l'acide β la formule $CH^2Cl - CH^2 - CO.OH$. La justesse de ces vues sur la constitution de ces corps trouve un appui dans le fait que l'alanine que l'on prépare avec l'acide α se décompose par la chaleur en donnant de l'éthylamine, et que la sarkosine, qui, sans aucun doute, résulterait du traitement de l'acide β par l'ammoniaque, donne de la méthylamine dans les mêmes circonstances. Il résulte aussi des expériences de ces chimistes que l'acide β correspond à l'acide sarkolactique comme l'acide α à l'acide lactique ordinaire.

» En adoptant la constitution indiquée pour ces corps, on voit facilement que, si n est le nombre d'atomes de carbone d'un acide quelconque de la série passée, $n - 1$ sera le nombre des acides isomériques ayant le même nombre d'atomes de carbone, un atome d'hydrogène étant remplacé par un radical monoatomique. De même, pour les glycols, on a $n - 1$ corps isomériques qui jouissent tous des propriétés d'alcools diatomiques. Le tableau suivant peindra mieux la nature des isoméries en question :

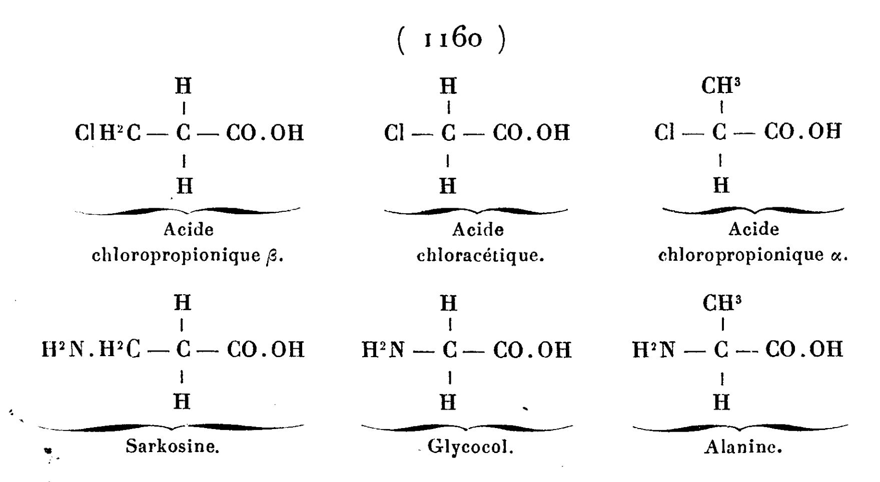
$$\underbrace{\begin{array}{c} H \\ | \\ HO.H^2C - C - CH^2.OH \\ | \\ H \end{array}}_{\text{Propyleglycol (II).}} \qquad \underbrace{\begin{array}{c} H \\ | \\ HO - C - CH^2.OH \\ | \\ H \end{array}}_{\text{Glycol ordinaire.}} \qquad \underbrace{\begin{array}{c} CH^3 \\ | \\ HO - C - CH^2.OH \\ | \\ H \end{array}}_{\text{Propyleglycol (I).}}$$

$$\underbrace{\begin{array}{c} H \\ | \\ HO.H^2C - C - CO.OH \\ | \\ H \end{array}}_{\text{Acide sarkolactique.}} \qquad \underbrace{\begin{array}{c} H \\ | \\ HO - C - CO.OH \\ | \\ H \end{array}}_{\text{Acide glycolique.}} \qquad \underbrace{\begin{array}{c} CH^3 \\ | \\ HO - C - CO.OH \\ | \\ H \end{array}}_{\text{Acide lactique.}}$$

---

(1) *Annalen der Chemie und Pharmacie,* t. CII, p. 1.

(2) *Annalen der Chemie und Pharmacie,* t. CXLIII, p. 1.



» Pour le glycol ordinaire, il est évident qu'il ne peut exister qu'une seule modification. Des deux propyleglycols, je tiens celui que j'ai désigné par le chiffre II pour le propyleglycol normal, et par conséquent les autres termes de cette série pour les homologues normaux des termes correspondants de la série inférieure. L'autre propyleglycol, qui est jusqu'ici le seul connu, est une espèce de glycol secondaire analogue à l'alcool isopropylique de M. Friedel. Ainsi il donne par oxydation un acide qui conserve beaucoup de propriétés alcooliques, et, en poussant l'oxydation plus loin, on n'obtient point d'acide bibasique correspondant. Je ferai aussi remarquer que, puisque l'alcool isopropylique bout à une température plus basse que l'alcool propylique normal, on peut s'attendre à voir le propyleglycol (II) bouillir à une température plus élevée que le propyleglycol (I), et même peut-être se conformera-t-il à la règle de l'accroissement régulier des températures d'ébullition pour une addition de CH^2.

» Ces expériences ont été faites dans le laboratoire de M. Wurtz. »

SÉRICICULTURE. — *Sur la maladie à microzymas des vers à soie; par* **M. A. Béchamp.**

« La maladie la plus fatale au ver à soie n'est pas la pébrine; j'ai acquis la conviction que celle-ci est guérissable : la créosote peut en avoir raison, puisque sous son influence, dans le ver à soie même, le corpuscule vibrant se transforme; grâce à son emploi, des vers provenant de parents corpusculeux peuvent, non-seulement donner des produits rémunérateurs, mais, au bout de quelques éducations, engendrer une progéniture qui n'est plus corpusculeuse. Je donnerai de ce fait des preuves dans mon Mémoire d'ensemble. J'ai déjà signalé la cause probable d'une maladie bien autrement

redoutable que la pébrine et dont les ravages sont d'autant plus désastreux qu'elle ne se manifeste souvent qu'à la montée : il s'agit des vers dits *restés petits* et des *morts-flats*, ce qui, pour moi, est tout un, le mort-flat n'étant que le resté-petit de la quatrième mue.

» L'année dernière, en examinant, chez M. de Latour du Villard, à la Calmette (Gard), une chambrée qui jusque-là avait bien marché, j'ai été frappé du fait que les vers, au moment de monter à la bruyère, mouraient presque tous morts-flats. Un très-grand nombre de ces vers ont été trouvés, en très-grande majorité, exempts de corpuscules vivants; mais ils étaient envahis par des myriades de microzymas. Cette observation, faite en grand, qui venait à l'appui de remarques antérieures, fut l'occasion de la publication des deux Notes que j'ai eu l'honneur d'adresser à l'Académie (*Comptes rendus*, t. LXIV, p. 1043 et 1185, 20 mai et 10 juin 1867). Aujourd'hui je suis en mesure d'affirmer que la cause de la maladie dont il s'agit est bien réellement le petit organisme que j'ai nommé *microzyma bombycis* dans la Note du 20 mai 1867.

» Ces microzymas, je les ai poursuivis dans le ver, la chrysalide, le papillon et les œufs. Enfin, en prenant des œufs à microzymas, provenant de papillons microzymateux, j'ai obtenu des vers restant *petits* à tous les âges, mourant morts-flats au moment de la montée, et qui, lorsqu'ils parvenaient à filer leur cocon, à se chrysalider, à sortir papillon, à s'accoupler et à pondre, se trouvaient encore à microzymas et pondaient des œufs qui l'étaient également.

» La maladie microzymateuse peut se compliquer de la maladie corpusculeuse : alors le mal est au comble, l'une favorisant l'autre. De pareils vers n'arrivent presque jamais à coconner.

» La relation de la cause à l'effet m'a paru évidente; la graine à microzymas engendre les morts-flats. Il est donc important de savoir reconnaître cette graine, ainsi que l'état de maladie des papillons qui la produisent.

» *Caractères de la graine à microzymas.* — Dans la graine de ver à soie saine, le microscope ne révèle que des sphérules vitellines, des globules graineux et des granulations moléculaires normales. Dans les œufs corpusculeux, le corpuscule vibrant s'ajoute à ces formes. Or, ayant attentivement examiné des graines qui donnaient inévitablement des morts-flats, j'ai cru reconnaître que les sphérules vitellines y étaient moins abondantes, que les granulations moléculaires y abondaient au contraire d'une façon extraordinaire, de telle sorte que, toutes choses égales d'ailleurs, le champ du microscope en était littéralement couvert. Pourtant, comment distinguer

les granulations moléculaires normales et nécessaires de celles qui sont accidentelles et nuisibles? L'année dernière, je disais que je ne me hasarderais pas à les décrire. Je ne crains pas de m'aventurer cette année. Indépendamment de leur nombre prodigieux, on remarque aisément que les granulations moléculaires morbides, ou *microzyma bombycis*, sont presque toujours accouplés deux à deux. On les voit se mouvoir, ainsi associés, et tournoyer sur eux-mêmes avec une grande vélocité. En examinant plus attentivement la préparation, on peut même voir de ces microzymas associés par chapelets de trois à cinq et même davantage. Enfin, il arrive souvent que l'on distingue nettement de ces microzymas qui semblent s'allonger en forme de très-petites bactéries. Les microzymas simples ou associés en chapelet sont insolubles dans la potasse caustique au dixième, mais ils y perdent leur mobilité : ils sont tués. Plus loin on verra l'importance de cette remarque.

» Pour voir ces formes organisées, il est indispensable de se servir d'un très-fort grossissement, au moins de la combinaison *obj.* 7, *oc.* 1 de Nachet. Les microscopes qui ont été distribués aux sériciculteurs par le Gouvernement sont insuffisants pour cet objet.

» *Observations sur les vers provenant de graines à microzymas et corpusculeuses.* — Ces vers ont été élevés dans une atmosphère créosotée. Ils sont restés, en majorité, *petits* aux divers âges, grossissant lentement, atteignant tardivement la quatrième mue, et mourant pour la plupart morts-flats au moment de la montée. Dans le contenu de leur intestin, dans des points variables de sa longueur, on rencontre, en même temps que de la feuille non digérée et un liquide glaireux, tantôt une foule de corpuscules vibrants, normaux ou transformés (1), accompagnés de petites bactéries et de microzymas simples ou accouplés, tantôt des myriades de microzymas simples et en chapelets, et un petit nombre de corpuscules vibrants transformés, tantôt de longues bactéries douées d'une extrême mobilité et progressant en ondulant, tantôt des vibrions d'une rare beauté, extrêmement vivaces et porteurs d'un noyau brillant situé, soit à une extrémité du corps, soit en un point quelconque de sa longueur, tantôt enfin les deux dernières formes associées dans le même ver. Il peut arriver que bactéries et microzymas coexistent dans le même ver, mais il me paraît très-digne d'attention que le nombre des microzymas est alors en raison inverse de celui des bactéries, et *vice versâ*.

---

(1) *Voir* la Note du 29 avril 1867 et la planche qui y est jointe.

» *Les œufs à microzymas produisent des morts-flats, et les papillons qui peuvent naître de ces graines sont eux-mêmes à microzymas et produisent des œufs microzymateux.* — Cet énoncé, je l'ai vérifié cette année en élevant des vers issus de graines à microzymas de diverses origines et de diverses variétés du *Bombyx mori*. Malgré les plus grands soins de propreté, d'aération, d'alimentation et l'emploi de la créosote, je n'ai pas conservé $\frac{1}{20}$ des vers; ceux qui ont fait leur cocon l'ont produit faible, et les papillons qui sont sortis, quoique beaux, robustes en apparence, étaient à microzymas; la graine qui en est provenue était elle-même à microzymas, semblable à celle dont j'adresse un spécimen à l'Académie.

» Pour reconnaître les papillons à microzymas, il suffit d'ouvrir l'insecte et d'examiner le contenu de son abdomen : seulement, on peut être induit en erreur par les molécules également mobiles qui se trouvent dans l'intestin du papillon et qui sont surtout formées par l'urate acide d'ammoniaque que Brugnatelli a caractérisé sur la demande du comte Dandolo. Pour distinguer les microzymas de ce qui n'est pas eux, il suffit de traiter la préparation par la potasse caustique au dixième : tout se dissout, excepté les microzymas, qui apparaissent alors immobiles, souvent entassés, mais aussi en chapelets de deux à cinq et parfaitement isolés.

» Un détail intéressant que j'ai l'honneur de signaler à l'Académie, c'est que, dans cette petite éducation à la créosote de vers issus de graines à microzymas et corpusculeuses, je n'ai pas eu, sur plus de 1 000 vers, un seul cas de pébrine caractérisée. Les vers qui n'étaient que corpusculeux ont coconné; tous les morts contenaient, au moment de succomber, ou des microzymas, ou des bactéries, ou des vibrions à noyau brillant (1).

» Je prie l'Académie de me permettre de l'assurer que j'attache la plus grande importance aux observations qui précèdent : elles montrent que, dans les désastres de la sériciculture, le corpuscule vibrant n'est ni le seul, ni le plus grand coupable. »

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *Des nerfs corrélatifs dits* antagonistes *et du nœud vital dans un groupe d'invertébrés.* Note de **M. J. Chéron**, présentée par M. Ch. Robin.

« Le grand nerf viscéral et le nerf palléal ou nerf du manteau, chez les céphalopodes, présentent des actions corrélatives mises en évidence par

(1) Le vibrion à noyau brillant est-il celui que M. Joly nomme *Vibrio Aglaïæ*?

les différents modes d'excitation et principalement par les courants induits.

» *Section du grand nerf viscéral.* — Lorsque l'animal est bien vivant, la section du grand nerf viscéral accélère faiblement les mouvements du cœur. Il n'existe qu'un seul point chez les décapodes où l'expérience réussit très-bien, où la section puisse être faite sans intéresser des organes importants.

» *Électrisation du bout périphérique du grand nerf viscéral.* — Maintenant si la galvanisation intermittente porte sur le bout périphérique, le cœur artériel s'arrête en diastole, et les cœurs branchiaux s'arrêtent aussi en diastole après avoir présenté quelques battements.

» *Électrisation du bout central du grand nerf viscéral.* — Lorsqu'on électrise le bout central de ce nerf avec un courant de moyenne intensité, il y a au premier moment trouble dans le rhythme des mouvements du manteau, qui bientôt s'arrête en dilatation et conserve cette position pendant quelques instants. Il y a là quelque chose d'analogue à ce qui a été observé par Cl. Bernard, Kölliker, H. Müller, Schiff, etc., chez les mammifères.

» Avec un courant électrique d'une grande force, le manteau est arrêté en contraction, c'est-à-dire, si je puis m'exprimer ainsi, dans la période expiratoire. Ce dernier fait a été indiqué, chez les mammifères, par Aubert et Tschimowitz, produit dans des conditions analogues (1).

» *Nerf palléal.* — Si, après avoir ouvert le manteau sur la ligne médiane, à la partie inférieure, on divise le nerf palléal, cette section a pour résultat la perte de la sensibilité et du mouvement sur la moitié du corps du même côté; instantanément les chromatophores contractés sont réduits à de petits points noirs (ce qui s'explique par la paralysie subite des muscles dilatateurs de ces petits organes et l'activité persistante de la poche élastique qui les constitue), de façon que sur une moitié du corps

---

(1) Il est fort difficile d'observer sur le poulpe les faits que je viens de rapporter; chez la Sèche, au contraire, on y arrive assez facilement par quelques artifices de préparation que je décrirai avec soin dans le Mémoire que je termine en ce moment. Chez la Sèche et le Calmar les nerfs palléaux sont accolés à leur sortie de la boîte cérébrale; c'est en ce point seul qu'on peut agir sur eux de manière à obtenir toujours des résultats concordants. Il est bon d'ajouter que ces nerfs sont hyalins et ténus, très-faciles à détruire; aussi ne peuvent-ils supporter longtemps l'examen par les divers excitants et doivent-ils être traités avec les plus grandes précautions, sans cela on est exposé à voir se produire les résultats les plus contradictoires.

de l'animal le jeu des chromatophores persiste; le côté paralysé, au contraire, est décoloré et immobile.

» Chez la Sèche, où le nerf palléal se divise en deux branches et forme une anse anastomotique à la partie interne du ganglion du manteau, j'ai fait porter la section sur les différentes parties de cette anse; j'ai pu, de cette façon, paralyser instantanément des portions limitées du manteau et arrêter sur ces différents points le jeu des chromatophores.

» *Électrisation du bout périphérique du nerf palléal.* — Le courant électrique intermittent appliqué sur le bout périphérique du nerf palléal, avec une série de précautions que je ne puis indiquer ici, ramène le mouvement, la sensibilité et une dilatation exagérée des chromatophores, qui rend presque complétement noir tout le côté blanc et décoloré il y a quelques instants par la paralysie.

» Le nerf palléal perd assez rapidement sa propriété conductrice des excitations. Si le courant électrique est alors porté sur le ganglion, ce dernier peut mettre longtemps encore en jeu les parties auxquelles il se distribue. Cependant, l'excitabilité s'éteint beaucoup plus tôt dans ce ganglion séparé du centre, que dans son congénère qui est resté en rapport avec le collier œsophagien par le nerf palléal.

» *Électrisation du bout central du nerf palléal.* — Si l'on porte l'excitation sur le bout central du nerf palléal, on voit se produire des mouvements dans certaines des parties innervées par le grand nerf viscéral et par le nerf palléal du côté opposé. Ainsi, la deuxième moitié du manteau se contracte et tend à revenir vers la ligne médiane; dans la nageoire, chez la Sèche, on voit se produire des mouvements ondulatoires. Dans le domaine du grand nerf viscéral, la branchie est vivement attirée en avant par son ligament musculaire, comme elle l'est à chaque mouvement respiratoire, seulement avec beaucoup plus d'énergie. Quelques mouvements se produisent aussi dans le rectum et la poche du noir. Il est assez rare de voir le mouvement de la branchie se produire du même côté.

» Des faits qui précèdent, il m'est permis de conclure que les mouvements respiratoires qui se composent chez les céphalopodes : 1° des mouvements de dilatation et de contraction du manteau, 2° des mouvements de la branchie, ont un centre ou véritable nœud vital représenté par la portion postérieure de la masse sous-œsophagienne, où les nerfs palléaux et viscéraux prennent leur origine dans une masse de cellules unipolaires qui occupe le centre de ce noyau de substance nerveuse. (J'ai l'honneur de

mettre sous les yeux de l'Académie un dessin schématique ainsi que les cellules centrales et périphériques de cette partie.)

» A ce sujet, je rapporterai ici une expérience digne d'intérêt, et qui semble démontrer l'influence considérable des palléaux sur l'action des grands nerfs viscéraux. En poursuivant une série d'expériences sur la section du nerf palléal chez la Sèche, je coupai d'abord le palléal droit, je posai l'animal dans un bassin où il continua à vivre; quelques instants plus tard, je coupai le nerf palléal de l'autre côté : presque aussitôt l'animal cessa tout mouvement, le manteau devint complétement blanc et flasque, les paupières s'abaissèrent, l'animal était mort. Plusieurs fois répétée, cette expérience me donna le même résultat.

» En résumé, la section du grand nerf viscéral qui, par sa distribution, présente les plus grands rapports avec le pneumogastrique des vertébrés, accélère faiblement les battements du cœur.

» L'électrisation du bout périphérique de ce même nerf arrête le cœur aortique en diastole, quelques instants plus tard les cœurs branchiaux. L'électrisation du bout central, avec un courant de moyenne intensité, maintient le manteau en dilatation; avec un courant très-fort, il est arrêté dans la phase expiratoire.

» La section du nerf palléal entre le ganglion et les centres nerveux amène chez tous les céphalopodes la paralysie de la sensibilité et du mouvement de la moitié du manteau du même côté et la contraction permanente des chromatophores. Chez la Sèche, où la section peut être portée dans l'anse anastomotique, on peut limiter la paralysie à des parties beaucoup moins étendues.

» L'excitation ou l'électrisation du bout périphérique du nerf palléal restitue aux parties paralysées le mouvement, la sensibilité et le jeu des chromatophores, dont la contraction varie avec l'intensité du courant. L'excitabilité du ganglion palléal séparé des centres s'épuise plus vite que celle de son congénère. L'excitation ou l'électrisation du bout central du nerf palléal amène des mouvements dans la région du manteau innervée par le palléal opposé, dans la branchie opposée, dans le rectum et la poche du noir.

» Enfin, le noyau de substance nerveuse qui forme la portion postérieure de la masse sous-œsophagienne du collier peut être considéré comme un nœud vital, centre des mouvements respiratoires, point commun d'origine des nerfs palléaux et des grands nerfs viscéraux.

» En outre, la section des deux nerfs palléaux, entraînant la mort presque

immédiatement de l'animal, nous montre l'action puissante de ces nerfs réagissant à chaque mouvement respiratoire sur les grands nerfs viscéraux. »

ZOOLOGIE. — *Sur la question de l'existence des poulpes gigantesques ;* *par* **M. E. Robert.**

« Les naturalistes ont révoqué en doute l'existence d'un poulpe gigantesque qui aurait la faculté d'enlacer des hommes et même des cétacés avec ses tentacules ; tout ce qu'on a écrit là-dessus a été rangé, jusqu'à présent, parmi les récits fabuleux ; et cependant, si l'on veut méditer ce que dit Pline d'un polype accoutumé à sortir de la mer, à Carteïa, pour venir dévorer les salaisons dans les réservoirs, il est difficile de ne pas y entrevoir un céphalopode du genre poulpe et de très-grande dimension : « Sa grandeur, dit-il, était extraordinaire; la saumure dont il était tout » trempé avait changé sa couleur ; il répandait une odeur horrible !..... » Son souffle affreux repoussait les chiens; tantôt il les flagellait avec l'extré- » mité de ses bras, tantôt il les assommait de ses deux bras majeurs, dont » il se servait comme d'une massue. Plusieurs hommes eurent beaucoup » de peine à le tuer avec des tridents. Sa tête, apportée à Lucullus, avait » la grandeur d'un baril de quinze amphores..... A peine un homme pou- » vait-il embrasser ses barbes (tentacules); elles étaient noueuses comme » des massues ; leur longueur était de trente pieds. Les cavités (ventouses) » ressemblaient à des bassins et contenaient une urne...... Ce qui fut » conservé du corps pesait sept cents livres. »

» D'un autre côté, M. Valenciennes n'a-t-il pas vu flotter, en mer, dans les parages de l'île de France, un tronçon de tentacule qui lui avait paru avoir le volume d'une barrique ?

» Je n'ai pas la prétention de chercher à résoudre cette intéressante question d'histoire naturelle, je désire seulement appeler l'attention des pisciculteurs sur un livre qu'ils ne connaissent peut-être pas, lequel est un traité de pêche en langue japonaise, que je viens de feuilleter dans la bibliothèque communale de Lagny-sur-Marne. Je n'ai pu comprendre le texte, mais il y a deux planches qui m'ont paru bien significatives et relatives à la pêche d'un poulpe gigantesque. Ces deux gravures au trait, ainsi que toutes celles qui concernent d'autres animaux marins et d'eau douce, sont faites avec trop de perfection pour qu'on ne soit pas disposé à admettre qu'elles doivent rendre fidèlement l'industrie de la pêche au Japon. Au reste, voici ce que j'ai cru y voir :

» La première figure représente une embarcation qui s'est approchée d'un poulpe dont la tête monstrueuse est à moitié sortie de l'eau, pendant que l'un de ses bras ou tentacules a passé par-dessus l'embarcation comme pour l'étreindre, mais au même instant le pêcheur, armé d'un long coutelas, vient de faire la section de ce tentacule, qui semble retenu sur l'un des flancs du bateau par des ventouses bien distinctes.

» La seconde figure représente un marché ou un laboratoire dans lequel plusieurs Japonais sont occupés à préparer ou à dépecer des poissons de toute sorte ; et dans ce même lieu sont suspendus à des palans de longs tentacules de poulpe garnis dans toute leur longueur de ventouses, et dont la grosseur dépasse de beaucoup celle des hommes qui se trouvent auprès (1). »

CHIMIE. — *Sur la production du diamant; par* **M. C. Saix.**

L'auteur indique un procédé qu'il pense pouvoir être employé pour la « fabrication des diamants noirs, incolores et colorés ». Ce procédé est fondé sur ce principe qu'un courant de chlore ou de gaz chlorhydrique passant à travers de la fonte en fusion, il se forme du perchlorure ou du protochlorure

---

(1) A l'occasion de cette Note, dont M. le Secrétaire perpétuel s'était borné à indiquer brièvement le sujet, on a rappelé quelques autres communications faites à l'Académie relativement à des Céphalopodes de grande taille observés dans nos mers. Ainsi le *Compte rendu* de la séance du 30 décembre 1861 reproduit un Rapport adressé à M. le Ministre de la Marine par le commandant du navire *l'Alecton* sur un poulpe colossal qui fut rencontré par ce navire entre Madère et Ténériffe, poursuivi plusieurs heures quoique sans succès, mais assez bien vu pour qu'un des officiers en pût faire un dessin. M. Sabin Berthelot, consul de France à Ténériffe, qui avait obtenu de la bouche des hommes de l'équipage divers détails sur ce monstre, les consigna dans une Lettre adressée à M. Moquin-Tandon; cette Lettre se trouve elle-même au *Compte rendu*, ainsi que des renseignements fournis par M. Milne Edwards sur des observations parfaitement authentiques dues à MM. Quoy et Gaymard, à M. Steenstrup, à M. Harting.

Pour l'histoire du poulpe attaquant un navire, comme elle a eu cours aussi dans nos pays, on pourrait appuyer sur cette coïncidence, en effet singulière, l'idée qu'elle repose sur quelques faits réels d'abord grossis par la peur, et grossissant encore en passant de bouche en bouche; mais il faut remarquer que rien ne prouve qu'elle ait eu une double origine; car on ne doit pas oublier que le Japon n'a pas toujours été isolé comme nous étions accoutumés à le voir jusqu'en ces derniers temps : pendant toute la seconde moitié du seizième siècle, les Portugais y avaient un accès facile, et il se pourrait qu'ils y eussent porté certains contes sur des points d'histoire naturelle, comme il est certain que les Espagnols en ont porté à la même époque dans l'Amérique du Sud.

de fer qui se vaporisent l'un et l'autre, laissant le carbone que contient la fonte complétement intact, puisque le chlore ne doit pas s'unir directement à lui. La cristallisation du carbone pourrait s'effectuer de la sorte et rentrerait, selon l'auteur, dans la règle générale, car la cristallisation se produit, pour un corps dissous et susceptible de cristalliser, toutes les fois que le dissolvant s'évapore, la grosseur des cristaux dépendant toujours de la lenteur de l'évaporation.

M. C. Saix adresse une autre Note ayant pour titre : « Théorie de la pile, ses lois ».

M. Germain adresse, de Clermont-Ferrand, une Note relative au principe d'un nouvel électromoteur, fondé sur l'électricité d'induction.

M. A. Commaille adresse une « Note sur l'eau de la Méditerranée, l'eau des ports de Marseille et les gaz qui se dégagent de cette dernière ».

M. A. Gerard adresse une Note sur un système d'horloge électrique dont les principaux organes ont figuré à l'Exposition universelle de 1867, et lui ont valu une Mention honorable.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 6 heures et demie. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 8 juin 1868, les ouvrages dont les titres suivent :

L'âme, démonstration de sa réalité déduite de l'étude des effets du chloroforme et du curare sur l'économie animale; par M. Ramon de la Sagra. Paris, 1868; in-12.

De l'asthénopie; par M. A.-L. Roulet. Paris, 1868; in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

De l'indifférence en matière de philanthropie; par M. L. DURANT. Bruxelles, 1868; br. in-12.

Chaleur et froid. Six leçons faites devant un jeune auditoire pendant les vacances de Noël 1867; *par* M. John TYNDALL, traduites de l'anglais par M. l'abbé MOIGNO. Paris, 1868; in-12.

Recherches comparatives sur les maladies vénériennes dans les différentes contrées; par M. G. LAGNEAU. Paris, 1867; br. in-8°.

Mémoire sur les mesures hygiéniques propres à prévenir la propagation des maladies vénériennes; par M. LAGNEAU fils. Paris, 1856; br. in-8°.

Société d'anthropologie de Paris. — Anthropologie de la France. Rapport de M. G. LAGNEAU. Paris, 1865; br. in-8°.

Du recrutement de l'armée sous le rapport anthropologique; par M. G. LAGNEAU. Paris, 1867; br. in-8°. (Ces quatre derniers ouvrages ont été présentés par M. le Baron Cloquet.)

Recherches sur la nature des miasmes fournis par le corps de l'homme en santé; par M. le Dr LEMAIRE. Paris, 1868; br. in-8°.

Transactions... *Transactions et procès-verbaux de la Société royale Victoria,* t. VIII, 2e partie. Melbourne, 1868; in-8°.

Notes... *Notes et études sur la philosophie du magnétisme animal et du spiritualisme, etc.; par* M. J. ASHBURNER. Londres, 1867; in-8°.

War... *Rapport sur les amputations dans l'articulation coxo-fémorale, dans le service de la chirurgie militaire; par* M. J.-K. BARNES, chirurgien général; circulaire n° 7. Washington, 1867; in-4° avec planches. (2 exemplaires.)

Annual... *Rapport annuel du chirurgien général de l'armée des États-Unis* (M. J.-K. BARNES) *pour l'année* 1867. Washington, 1867; in-8°.

Documents... *Documents et études sur le climat d'Italie, réunis et publiés par une Commission gouvernementale sous la direction de* M. CH. MATTEUCCI : *climat de Vigevano.* Milan, 1868; in-4° avec planches.

Spiegazione... *Explication de tous les phénomènes du choléra-morbus et indication des moyens de le prévenir, et des remèdes pour le combattre; par* HOENE WRONSKI; traduction française par le Dr J. TOFFOLETTO. Vicenze, 1865; in-8°.

Influsso... *Influence de la pression barométrique sur quelques poissons d'eau douce; par* M. E. BETTONI. Milan, 1868; br. in-8°. (Extrait du tome X des *Actes de la Société italienne des Sciences naturelles.*)

Come... *Comment se doivent reconstituer les anciens continents; par* M. G. OMBONI. Milan, 1868; br. in-8°. (Extrait du tome X des *Actes de la Société italienne des Sciences naturelles.*)

Atti... *Actes de la Société italienne des Sciences naturelles*, t. IX, fascicule 3; t. X, fascicules 1 et 2. Milan, 1867; 3 br. in-8°.

Memorie... *Mémoires de la Société italienne des Sciences naturelles*, t. I, n°s 1 à 10; t. II, n°s 1, 2, 4, 5, 6, 8, 9, 10. Milan, 1865 à 1867; 18 n^os^ in-4° avec planches.

Mémoire sur le tremblement de terre survenu à Ægium (Vostitza) *le* 14-26 *décembre* 1861; *par* M. J. SCHMIDT. Athènes, 1867; br. in-8°.

Mémoire sur le tremblement de terre de Céphalonie le 23 *janvier* 1867; *par* M. J. SCHMIDT. Athènes, 1867; br. in-8°.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS DE MAI 1868.

Annales de Chimie et de Physique; par MM. CHEVREUL, DUMAS, BOUSSINGAULT, REGNAULT, WURTZ; avec la collaboration de M. BERTIN; avril, mai, juin 1868; in-8°.

Annales de l'Agriculture française; 30 avril 1868; in-8°.

Annales de la Propagation de la foi; mai 1868; in-12.

Annales de la Société d'Hydrologie médicale de Paris, Comptes rendus des séances, t. XIII, 8e livraison; 1868; in-8°.

Annales médico-psychologiques; mai 1868; in-8°.

Annuaire de la Société Météorologique de France; feuilles 9 à 16 et 22 à 31, 1868; in-8°.

Bibliothèque universelle et Revue suisse. Genève, n° 125, 1868; in-8°.

Bulletin de l'Académie impériale de Médecine; n°s 8 et 9, 1868; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique, n°s 3, t. II, 1868; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique; n° 4, 1868; in-8°.

Bulletin de la Société d'Anthropologie de Paris; avril à décembre 1867; in-8°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale; mars et avril 1868; in-4°.

Bulletin de la Société de Géographie; avril 1868; in-8°.

Bulletin de la Société française de Photographie; mai 1868; in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse; avril 1868; in-8°.

Bulletin de la Société Philomatique; janvier à mars 1868; in-8°.

Bulletin de Statistique municipale, publié par les ordres de M. le baron HAUSSMANN ; janvier 1868 ; in-4°.

Bulletin général de Thérapeutique; 15 et 30 mai 1868; in-8°.

Bulletin hebdomadaire du Journal de l'Agriculture; nos 19 à 23, 1868; in-8°.

Bullettino di Bibliographia e di Storia delle Scienze matematiche et fisiche, publicato da B. BONCOMPAGNI; mars 1868 ; in-8°.

Bullettino meteorologico dell'Osservatorio del Collegio romano; t. VII, n° 4, 1868; in-4°.

Bullettino meteorologico dell' Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto; t. III, n° 4, 1868 ; in-4°.

Catalogue des Brevets d'invention; n° 11, 1868; in-8°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences; nos 18 à 21; 1er semestre 1868; in-4°.

Cosmos; nos des 2, 9, 16, 23, 30 mai 1868; in-8°.

Gazette des Hôpitaux; nos 54 à 67, 1868; in-4°.

Gazette médicale de Paris; nos 19 à 23, 1868; in-4°.

Gazette médicale d'Orient; 11e année n° 12; 12e année nos 1 et 2, 1868; in-4°.

Journal d'Agriculture pratique; nos 19 à 23, 1868; in-8°.

Journal de Chimie médicale, de Pharmacie et de Toxicologie; mai et juin 1868; in-8°.

Journal de l'Agriculture, nos 45 et 46, 1868; in-8°.

Journal de la Société impériale et centrale d'Horticulture; avril 1868; in-8°.

Journal de l'Éclairage au Gaz; 17e année, nos 3 à 5, 1868; in-4°.

Journal de Médecine vétérinaire militaire; avril 1868; in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; mai 1868; in-8°.

Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques; nos 13 à 15, 1868; in-8°.

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

ERRATA.

(Séance du 1er juin 1868.)

Page 1108, ligne 4, *au lieu de* M. Krancken, *lisez* M. Vrancken.

Page 1117, ligne 19, *au lieu de* M. P. Jordan, *lisez* M. P. Gordan.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 JUIN 1868.

PRÉSIDENCE DE M. DELAUNAY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Président annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de *M. Pouillet*, Membre de la Section de Physique, décédé le 14 juin : les obsèques doivent avoir lieu le mardi 16.

M. le Ministre de l'Instruction publique transmet à l'Académie l'ampliation du Décret impérial qui approuve la nomination de *M. Bouillaud* à la place laissée vacante dans la Section de Médecine et de Chirurgie par le décès de *M. Serres*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, **M. Bouillaud** prend place parmi ses confrères.

M. le Président de l'Institut informe l'Académie que l'Institut doit se réunir en séance générale trimestrielle le mercredi 1er juillet prochain : il l'invite à désigner l'un de ses Membres pour la représenter comme lecteur dans cette séance.

M. J. A. Serret présente, à propos d'un article de *M. Allégret*, inséré au *Compte rendu* de la dernière séance (p. 1144), les remarques suivantes :

« Dans l'article dont il s'agit et dont je prends à l'instant connaissance, M. Allégret indique un théorème qu'il dit avoir découvert et duquel il résulterait que *certaines transcendantes* dont l'auteur s'occupe « *ont une grande* » *analogie avec les transcendantes elliptiques de première espèce.* » Je crois devoir faire remarquer à l'Académie que le théorème dont il s'agit n'est qu'un cas particulier du fameux théorème d'Euler, cité par M. Allégret lui-même, et sur lequel reposent les formules relatives à l'addition des arguments dans la théorie des fonctions elliptiques. Effectivement, les différentielles que M. Allégret considère se ramènent très-facilement à la forme elliptique ordinaire par une substitution algébrique. Par exemple, on peut faire disparaître la première et la troisième puissance de la variable en employant une substitution fractionnaire et linéaire, et, pour achever la transformation, il suffit ensuite de prendre pour variable nouvelle la racine carrée du radical cubique qui figure au dénominateur de la différentielle. Tout cela est connu depuis longtemps. »

M. Liouville adresse, au sujet du même article, les observations qui suivent :

« L'équation différentielle dont M. Allégret donne l'intégrale algébrique dans le *Compte rendu* de la dernière séance, et qu'il trouve *remarquable*, n'est au fond qu'un cas particulier de l'équation d'Euler que M. Allégret rappelle d'abord. Un radical cubique portant sur un polynôme du troisième degré se ramène en effet très-facilement à un radical *carré* portant sur un polynôme aussi du troisième degré, et c'est en s'appuyant sur cette remarque que Legendre réduit les formules différentielles qui en dépendent, comme celle de M. Allégret, à des formules elliptiques. M. Allégret, qui paraît ne pas connaître les travaux de Legendre, ne connaît pas davantage ceux d'Abel, de Jacobi, d'Hermite, etc. S'il avait lu le très-ancien Mémoire d'Abel *sur une classe de fonctions transcendantes*, il saurait qu'il existe beaucoup de systèmes d'équations différentielles dont on peut obtenir les intégrales tout à la fois sous forme transcendante et sous forme algébrique. Un des exemples les plus simples auxquels on puisse appliquer la méthode d'Abel est celui que M. Allégret croit avoir *découvert :* aussi l'ai-je donné il y a plus de quatorze ans dans mon cours au Collége de France,

mais en faisant observer, bien entendu, qu'il ne conduit réellement pas au delà des travaux d'Euler qu'Abel a tant dépassés par ses autres théorèmes généraux. Ceux qui se sont occupés de la théorie des fonctions bien déterminées doublement périodiques savent du reste que, même en faisant abstraction des travaux d'Abel, le théorème d'Euler n'est plus maintenant *un simple fait de calcul*, mais un résultat nécessaire et pour ainsi dire intuitif des propriétés fondamentales de ces fonctions. Je n'ai pas à insister sur des choses aujourd'hui si connues; je ne fais ces remarques que parce que le Mémoire de M. Allégret n'a été renvoyé à l'examen d'aucune Commission, et surtout parce que M. Allégret annonce en termes pompeux une suite à son travail. Je crois bon de l'avertir qu'il devrait songer d'abord à étudier les travaux de ses devanciers : quelques mois consacrés par lui à cette étude, quelques années même, peut-être, ne seront pas de trop. »

M. Payen, en présentant à l'Académie la cinquième édition de son « Précis de Chimie industrielle », s'exprime comme il suit :

« J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie un exemplaire de la cinquième édition de mon *Précis de Chimie industrielle* (1), et je lui demande la permission d'indiquer quelques-uns des perfectionnements consignés dans cet ouvrage.

» A une époque où la chimie pure accomplit de si rapides progrès, les applications manufacturières intéressent la science à un double titre : soit qu'elles ajoutent un nouvel éclat aux faits observés dans les laboratoires et manifestent l'utilité générale de découvertes qui semblaient limitées à l'avancement de la science; soit qu'en présentant des nouvelles observations elles posent d'importants problèmes à résoudre.

» Voici quels sont les objets des principales additions introduites dans cette cinquième édition :

» Une méthode nouvelle d'extraction du soufre par liquation à l'aide de la vapeur d'eau surchauffée;

» La fabrication économique du sulfure de carbone et son application à extraire les huiles, graisses et acides gras des *marcs* d'olives et des *tourteaux* de graines oléagineuses, des os et de divers résidus des usines;

» L'industrie des meules artificielles à l'aide d'appareils qui n'avaient

(1) 88 figures nouvelles ont été intercalées dans le texte, et le nombre des pages a été porté de 1355 à 1671. Les noms des auteurs des principales améliorations ont été soigneusement cités.

pas encore été décrits; cette industrie, graduellement perfectionnée, livre maintenant en grand nombre ses produits utilisés dans le travail des métaux;

» Les nouveaux fours à brûler les pyrites, qui facilitent l'emploi de cette matière première dans la fabrication de l'acide sulfurique;

» Les dispositions nouvelles des fours à fabriquer simultanément la chaux et l'acide carbonique;

» Les nouveaux procédés de conservation du bois et d'assainissement de la cale des navires;

» Les appareils de conservation des grains employés avec succès à Londres et à Trieste;

» Des moyens améliorés pour extraire le gluten du froment et l'amidon de divers autres produits des végétaux;

» De nouveaux caractères distinctifs entre la cellulose et l'amidon, démontrant, une fois de plus, que ces deux principes immédiats sont isomériques;

» Une industrie spéciale pour la multiplication du végétal microscopique constituant le ferment désigné sous le nom de *levûre*: dans les conditions nouvelles où on le prépare, ce ferment plus actif, exempt des produits amers et odorants du houblon, reçoit des applications utiles, notamment dans une panification perfectionnée, tout en laissant des résidus qui servent à nourrir et engraisser les animaux des fermes;

» Les appareils et procédés modifiés récemment pour l'établissement des distilleries rurales et la rectification de l'alcool;

» Un moyen pratique d'acétifier l'alcool très-rapidement;

» Les nouveaux procédés et appareils des sucreries indigènes et coloniales et des grandes raffineries modernes : à cette occasion, après avoir décrit l'application remarquable de l'endosmose pour éliminer les sels qui s'opposent à la cristallisation du sucre dans les sirops, j'ai signalé une application, plus remarquable encore, du même principe (qui avait antérieurement servi de base à la fondation des distilleries agricoles), en vue d'atteindre le double but de l'enrichissement de la pulpe destinée à nourrir les animaux et de l'épuration du sucre extrait du jus des betteraves;

» Plusieurs industries récemment instituées pour extraire, de diverses plantes herbacées et ligneuses, la cellulose en fibres ou membranes feutrables sur les toiles métalliques des machines à papier;

» Divers perfectionnements des saponifications calcaire, acide et *mixte*, afin de fabriquer plus économiquement les acides gras et les bougies stéariques;

» La préparation, le dosage et l'emploi des engrais commerciaux, en indiquant les causes de la stérilité du sol, qui peut être une conséquence de l'abus de ces engrais;

» Les fours continus perfectionnés, en usage pour révivifier le noir animal;

» Diverses améliorations introduites dans la fabrication, l'épuration et les emplois du gaz d'éclairage et de chauffage et un résultat remarquable de l'application des résidus goudronneux de cette grande industrie à la reconstitution des houilles menues;

» La fabrication des cyanures alcalins et du bleu de Prusse avec les résidus de l'épuration du gaz;

» La préparation économique et les applications nouvelles de la naphtaline;

» Quelques essais récents en vue d'appliquer la *lumière Drummond* à l'éclairage public;

» Enfin de nouvelles poudres explosives et balistiques à combustion graduée.

» Les données statistiques introduites dans l'ouvrage permettront d'apprécier l'importance des principales industries chimiques, agricoles et manufacturières qui s'y trouvent décrites. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Note de* **M. Becquerel** *accompagnant la présentation d'un opuscule qui contient le résumé des observations météorologiques faites, en* 1866 *et* 1867, *par l'École forestière de Nancy, près et loin des bois.*

« Lorsque je communiquai à l'Académie mon travail concernant l'influence des forêts sur les climats, je sentis la nécessité de faire des observations journalières, près et loin des bois, dans le but de déterminer comment varient la quantité d'eau tombée et la température dans ces deux conditions. Mon fils Edmond se joignit à moi pour diriger ces observations, dans cinq localités du département du Loiret, arrondissement de Montargis, avec l'aide de l'Académie.

» Dans un premier Mémoire communiqué à l'Académie le 16 avril 1866, nous annonçâmes que, dans les localités explorées, il était tombé, dans un rayon de 20 kilomètres, dans l'espace de huit mois, un quart plus d'eau dans les lieux boisés que dans ceux qui ne l'étaient pas.

» Dans un second Mémoire, sous la date du 4 juin, même année, nous fîmes voir que du 1er avril 1865 au 1er avril 1866, c'est-à-dire dans l'espace

d'une année, la température moyenne, loin des bois, avait été un peu plus élevée d'un $\frac{1}{2}$ degré que près des bois.

» Les observations se continuent, et dans quelques mois nous pourrons communiquer à l'Académie les résultats obtenus depuis, ainsi que la marche des variations de température.

» En 1866, à l'époque où l'aliénation des forêts préoccupait les esprits, après la publication de mon travail, M. le Ministre des finances donna l'ordre à l'École forestière de Nancy de se livrer à des observations météorologiques continues, pour voir quelle pouvait être l'influence des forêts sur les climats.

» Un premier Rapport parut sur les observations recueillies en 1866, et un second sur les observations faites en 1867. Dans ce dernier, en parlant de la quantité d'eau tombée dans les lieux boisés et non boisés, se trouve, p. 6, la phrase suivante :

« Ce résultat gagne beaucoup en certitude si on le rapproche de ceux » obtenus par MM. Becquerel, qui ont constaté que dans le Loiret et aux » environs de Paris il tombe, dans l'espace de huit mois, un quart plus de » pluie dans les lieux boisés que dans ceux qui ne le sont pas (*Comptes* » *rendus*, avril 1866, p. 858). »

» En ce qui concerne la température, on trouve ce passage, p. 11 :

« Les forêts agissent, à certains égards, sur le climat comme le font les » océans, et tendent, au moins en ce qui concerne la température, à lui » donner le caractère d'uniformité de celui des régions littorales.

» Telle est la conclusion des observations recueillies jusqu'à ce jour sur » la température comparée des bois et des champs; nous sommes heureux » de rappeler que c'est aussi l'une de celles qu'ont formulées MM. Bec» querel à la suite de leurs précieux et remarquables travaux de Météoro» logie forestière (*Comptes rendus*, 7 janvier 1867). »

» On voit par là que les observations faites à Nancy par l'École forestière confirment complétement les conséquences que nous avions tirées de nos propres observations sur les quantités d'eau tombée et la température de l'air près et loin des bois.

» Dans cet établissement, on s'occupe également avec beaucoup de soin d'observations admidométriques, qui ne sont pas sans difficultés. On est arrivé aux conséquences suivantes : d'avril à octobre 1867, l'évaporation totale de l'eau à l'air libre a été cinq fois plus forte qu'en forêt. Il est à désirer que ces observations soient suivies dans la direction qui a été adoptée et dont les résultats ne peuvent manquer d'être utiles à la climatologie. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouvel isomère de l'alcool amylique;* *par* **M. Ad. Wurtz.**

« En faisant réagir l'iodure d'allyle sur le zinc-éthyle, j'ai obtenu, il y a quelques années, un carbure d'hydrogène qui possède la composition et les principales propriétés de l'amylène. C'est l'éthyle-allyle $\left.\begin{matrix} C^2H^5 \\ C^2H^5 \end{matrix}\right\} C^5H^{10}$. Je n'aurais pas hésité à affirmer l'identité de ce corps avec l'amylène si, l'ayant combiné avec l'acide iodhydrique, je n'avais observé que le point d'ébullition de l'iodhydrate ainsi obtenu est situé à quelques degrés au-dessus de celui de l'iodhydrate d'amylène. L'exactitude de ce dernier fait a pu être vérifiée depuis, à plusieurs reprises. L'iodhydrate d'éthyle-allyle (1) bout à 146 degrés sous la pression de $0^m,763$, tandis que le point d'ébullition de l'iodhydrate d'amylène est situé à 129 degrés. La densité de l'iodhydrate d'éthyle-allyle à 0 degré est égale à 1,537; elle est égale à 1,5219 à 11 degrés.

» On sait que l'iodhydrate d'amylène est attaqué et complétement décomposé, à la température ordinaire, par l'oxyde d'argent en présence de l'eau, avec formation du pseudo-alcool amylique bouillant à 104 degrés. L'iodhydrate d'éthyle-allyle est attaqué très-incomplétement dans les mêmes circonstances : il se comporte comme l'iodure d'amyle. Lorsqu'on distille le tout, il passe, dans les deux cas, un liquide plus dense que l'eau, qui renferme encore de l'iode, et qui exhale cependant une odeur d'alcool amylique.

» L'acétate d'argent est attaqué plus facilement par l'iodhydrate d'éthyle-allyle. On délaye le sel d'argent dans l'éther anhydre, on y ajoute une proportion équivalente d'iodhydrate, et l'on distille au bout de vingt-quatre heures. Il passe d'abord de l'éther qui entraîne une certaine quantité d'éthyle-allyle régénéré. Au-dessus de 100 degrés, il distille un liquide acide, qui renferme de l'acide acétique et un acétate correspondant à l'iodhydrate d'éthyle-allyle. Pour isoler cet acétate, on agite le liquide acide avec une solution de carbonate de soude, on déshydrate par le chlorure de calcium la couche oléagineuse qui surnage et on la distille. L'acétate passe de 133 à 135 degrés. C'est un liquide incolore doué d'une odeur aromatique

(1)

	Expérience.	Théorie.
C............	30,57	30,30
H............	5,53	5,75

agréable, mais ne possédant pas l'odeur pénétrante de poires qui caractérise l'acétate d'amyle. Sa densité à 0 degré est égale à 0,9222 (1).

» La potasse le dédouble en acétate et en un alcool isoamylique. Le dédoublement n'est point très-facile, et pour le compléter, il est bon de chauffer l'acétate d'isoamyle à 120 degrés avec une solution très-concentrée de potasse caustique, renfermant des fragments de potasse.

» Le liquide qui reste, étant distillé, passe en majeure partie de 115 à 121 degrés. Il est doué d'une odeur très-analogue à celle de l'alcool amylique, mais qui n'est pas si pénétrante. Sa densité à 0 degré est égale à 0,8249. Dans une expérience faite sur un autre échantillon et avec plus de matière j'ai trouvé le nombre 0,8260. L'alcool isoamylique bout à 120 degrés, sous la pression de $0^m,759$, la tige plongeant dans la vapeur (2). Il est insoluble dans l'eau.

» Quelques grammes de cet alcool ont été mis en digestion et agités à la température ordinaire avec une solution de permanganate de potassium. Le liquide s'est décoloré peu à peu et rempli d'un précipité brun. Par la distillation il a donné une petite quantité d'un liquide volatil neutre, qui a été traité par le bisulfite de sodium. Les cristaux formés ont été comprimés entre du papier, puis décomposés par distillation avec le carbonate de soude. Il a passé une petite quantité d'un liquide doué d'une odeur aromatique et bouillant au-dessus de 100 degrés (vers 103). Ce liquide a donné à l'analyse

$$C = 68,48, \quad H = 11,78.$$

La formule $C^5H^{10}O$ exige

$$C = 69,76, \quad H = 11,16.$$

» Elle exprime la composition du méthyle-butyryle de M. Friedel. En tout cas, l'analyse et le point d'ébullition du liquide en question prouvent que l'alcool isoamylique donne, par l'oxydation au moyen du permanganate, une petite quantité d'une acétone. Il se forme en même temps un mélange d'acide acétique et d'acide propionique. Le liquide d'où l'acétone

(1)

	Expériences. I.	Expériences. II.	Théorie.
C	64,63	64,81	64,61
H	10,20	11,05	10,76

(2)

	Expérience.	Théorie.
C	65,05	68,18
H	13,72	13,63

s'était volatilisée ayant été filtré et sursaturé par l'acide sulfurique a donné, par la distillation, un liquide acide qui a été converti en un sel d'argent. Celui ci a donné à l'analyse

$$C = 17,69, \quad H = 1,06 \ (1).$$

Dans une autre opération on a oxydé l'alcool isoamylique avec l'acide chromique en solution étendue, en chauffant en vase clos avec une solution de bichromate à 8 pour 100 additionnée d'acide sulfurique. Il ne s'est formé qu'un mélange d'acides acétique et propionique qui ont été séparés par la méthode de la saturation fractionnée que l'on doit à M. Liebig. L'acide propionique, resté libre en présence de l'acide acétique saturé, a été séparé par distillation. Son sel de baryum, séché à 100 degrés, a donné 47,69 pour 100 de baryum.

» Le propionate de baryum exige 48,27. Le résidu ayant été additionné d'acide sulfurique, on a distillé et l'on a saturé le liquide acide par la baryte. On a obtenu ainsi un sel de baryum renfermant 50,70 de baryum. L'acétate sec exige 53,54 : le sel de baryum analysé était donc un mélange d'acétate et de propionate.

» Il résulte de ces expériences que, sous l'influence des oxydants, l'alcool isoamylique (hydrate d'éthyle-allyle) donne d'abord une acétone et se dédouble ensuite en acides propionique et acétique. Je n'ai pas remarqué un dégagement d'acide carbonique en ouvrant les tubes où j'avais chauffé l'alcool isoamylique avec l'acide chromique.

» Lorsqu'on traite l'iodure d'isoamyle par l'acétate d'argent en présence de l'éther, on met en liberté une certaine quantité d'isoamylène (éthyle-allyle), qui distille avec l'éther. On l'a converti en un bromure qui a passé de 170 à 180 degrés. Ce bromure ayant été chauffé pendant plusieurs jours avec du sodium à 100 degrés, l'hydrocarbure a été de nouveau mis en liberté. Il a passé entièrement à 37 degrés, sous la pression de $0^{m},759$. On l'a converti de nouveau en iodhydrate en le chauffant avec l'acide iodhydrique. L'iodhydrate ainsi formé était identique avec l'iodhydrate d'éthyle-allyle. Il a passé à 145 degrés. On en conclut que l'éthyle-allyle, mis en liberté par la décomposition de l'iodhydrate, conserve son groupe-

---

(1)

	Acétate d'argent.	Propionate d'argent.
C.	14,37	19,70
H.	1,73	2,76

ment atomique intact, non-seulement après s'être converti en bromure, mais encore après avoir été privé de son brome par le sodium.

» L'alcool décrit dans cette Note est le troisième isomère de l'hydrate d'amyle primaire. Les deux autres sont l'hydrate d'amylène, découvert par moi, et l'alcool secondaire, que M. Friedel a obtenu en ajoutant de l'hydrogène au méthyle-butyryle.

» La constitution de l'isoalcool que je viens de décrire peut être indiquée avec une assez grande probabilité.

» C'est proprement l'hydrate d'éthyle-allyle, car il se forme par la fixation d'un groupe oxhydryle et d'un atome d'hydrogène sur l'éthyle-allyle. Ce carbure d'hydrogène, son iodhydrate et son hydrate sont représentés très-probablement par les formules :

I.	II.	III.
CH^3 — CH^2 — CH^2 — CH — CH^2	CH^3 — CH^2 — CH^2 — $CH.I$ — $CH^2.H$	CH^3 — CH^2 — CH^2 — $CH.OH$ — $CH^2.H$
Éthyle-allyle.	Iodhydrate d'éthyle-allyle.	Hydrate d'éthyle-allyle (alcool isoamylique).

» La formule $\begin{array}{c}CH^2\\ \mid\\ CH\\ \mid\\ CH^2\end{array}$ que j'attribue, avec M. Frankland, à l'allyle, peut être déduite des faits suivants :

» 1. Le propylène chloré $\begin{array}{c}CH^2\\ \parallel\\ CCl\\ \mid\\ CH^3\end{array}$ dérivé de l'acétone, et que M. Friedel a obtenu par l'action de la potasse sur le méthylchloracétol est identique avec le propylène chloré dérivé du bromure de propylène.

» 2. Le propylène, en s'unissant à l'acide iodhydrique, donne un iodure identique à l'iodure d'isopropyle (Erlenmeyer). Il renferme donc un groupe CH^3, et sa formule est

$$\begin{array}{c}CH^2\\ \parallel\\ CH\\ \mid\\ CH^3\end{array}$$

» 3. L'iodure d'allyle donne du propylène en échangeant son iodure contre de l'hydrogène. Sa formule est donc

$$\begin{array}{c} CH^2 \\ \| \\ CH \\ | \\ CH^2.I \end{array}$$

car l'alcool allylique, étant un alcool primaire, doit renfermer un groupe $CH^2.OH$, et son iodure un groupe $CH^2.I$.

» Donc le radical allyle, qui n'est autre chose que l'iodure moins de l'iode, offre la constitution exprimée par la formule précédente.

» L'iodhydrate d'éthyle-allyle et l'hydrate correspondant sont beaucoup plus stables que les composés précédemment décrits sous les noms d'*iodhydrate* et d'*hydrate d'amylène*. Une fois réunis à l'éthyle-allyle, les éléments de l'acide iodhydrique sont retenus plus fortement qu'ils ne le sont par l'amylène. A quoi cela peut-il tenir, puisque le mode de formation de ces corps est le même? Évidemment à la structure différente de l'éthyle-allyle et de l'amylène.

» Dans mes communications précédentes, j'ai supposé que les éléments de l'acide iodhydrique, en se combinant à l'amylène, se fixent l'un et l'autre sur un groupe CH^2, qu'ils sont tout prêts à abandonner de nouveau au moindre choc; et j'ai cherché à expliquer l'instabilité de la combinaison en admettant que cette molécule, formée par addition de deux autres molécules, tendait aussi à se rompre de la même manière, comme si chacune d'elles avait conservé une certaine individualité résultant d'un rapprochement moins intime. J'admets volontiers que cette interprétation laisse quelque chose à désirer, et qu'elle repose sur une supposition qui demande à être démontrée.

» Pourquoi, me dira-t-on ensuite, l'iodhydrate d'éthyle-allyle, formé par synthèse comme celui d'amylène, est-il beaucoup plus stable que lui? A cela, j'ai une réponse. L'atome d'iode est en rapport dans l'iodhydrate d'éthyle-allyle (iodure d'isoamyle) avec CH. Or on peut supposer que, dans $=CH.I$, cet atome d'iode est retenu plus fortement par l'atome de carbone qu'il ne le serait dans $-CH^2.I$; car, encore bien que le carbone ait de l'affinité pour le carbone, il doit enchaîner plus fortement l'iode dans le cas où cet élément sature la seconde atomicité libre que dans le cas où il ne sature que la troisième, les autres étant satisfaites par le carbone. Le même raisonnement s'applique à l'oxhydryle. Je demande donc si l'on ne peut

pas se rendre compte de la plus grande stabilité de l'iodhydrate d'éthyle-allyle, si l'on se rappelle que l'iode en s'unissant à CH est venu combler une plus forte lacune qu'en se fixant sur CH^2, comme il fait dans l'iodhydrate d'amylène, conformément à l'hypothèse rappelée plus haut.

» Cette hypothèse n'a pas été acceptée par tous les chimistes, et je le conçois sans peine. Mon savant ami M. A. Lieben a proposé d'interpréter l'isomérie entre l'hydrate d'amylène et l'alcool amylique en admettant que le premier est un alcool secondaire, le second un alcool primaire. On connaît la belle conception de M. Kolbe sur ce sujet, et on peut l'énoncer de la façon suivante :

» Un alcool primaire renferme un groupe $-CH^2.OH$ lié par une seule atomicité à du carbone;

» Un alcool secondaire renferme un groupe $=CH.OH$ lié par deux atomicités à du carbone (soit au même atome, soit à deux atomes);

» Un alcool tertiaire renferme un groupe $\equiv C.OH$ lié par trois atomicités à du carbone;

» Il ne peut pas y avoir d'alcool quaternaire.

» Cela posé, peut-on expliquer l'isomérie de l'hydrate d'amylène avec l'alcool amylique, la grande instabilité du premier, la stabilité relative du second, en admettant que le premier renferme un groupe CH.OH? Mais il semblerait que l'oxhydryle doive être retenu plus fortement par le carbone dans un tel groupe que dans $CH^2.OH$. En tout cas, l'affinité du carbone pour l'oxygène est plus forte que celle qui lie le charbon au charbon, et ne semble-t-il pas qu'un atome de carbone, déjà lié à deux autres atomes de carbone et n'étant en rapport qu'avec un seul atome d'hydrogène, doive retenir plus fortement l'oxygène de l'oxhydryle qu'un atome de carbone lié à du carbone par une seule atomicité et uni d'ailleurs à 2 atomes d'hydrogène? Je sais bien qu'on peut se prévaloir, en faveur de l'hypothèse développée avec un si grand talent par M. Lieben, de l'impossibilité de convertir l'hydrate d'amylène en un acide correspondant; mais à cela on peut répondre que l'hydrate d'amylène se comporte, sous l'influence des oxydants, comme dans toutes les autres réactions : il commence par perdre de l'eau; le reste s'oxyde comme il peut.

» En second lieu, je demande la permission de rappeler que l'alcool isopropylique, qui est décidément un alcool secondaire, offre une grande stabilité.

» En général, je crois qu'il convient d'observer une grande réserve dans les conclusions relatives à la constitution des corps lorsqu'on les fonde sur

des réactions violentes, comme celles que font naître les oxydants énergiques. On a dit que l'amylène renferme deux groupes méthyliques parce qu'elle donne de l'acétone en s'oxydant. Cela est possible, mais cela n'est pas démontré. Et puis est-on bien sûr que l'amylène soit un corps bien homogène et ne renferme pas à l'état de mélange des carbures isomériques? En second lieu, je demanderai à faire observer que les faits exposés dans cette Note même tendent à prouver qu'une acétone peut se former par l'oxydation d'un isoalcool qui ne renferme qu'un seul groupe méthylique. Il est très-probable, en effet, que la constitution de l'alcool isoamylique est représentée par la formule III, indiquée plus haut, et qui n'admet qu'un seul groupe méthylique.

» La constitution de l'amylène ne me paraît donc pas définie avec certitude. En tout cas, elle ne pourra se fonder que sur un ensemble de preuves concordantes qu'il est impossible de réunir aujourd'hui.

» Quoi qu'il en soit, j'ai soulevé dans cette Note deux questions délicates sur lesquelles je demande à faire quelques réserves en terminant, car elles ne pourront être abordées avec succès qu'à l'aide de déterminations thermiques qui font encore défaut.

» Premièrement :

» Dans l'iodhydrate d'amylène, l'union de l'hydrogène et de l'iode avec deux atomes de carbone de l'amylène peut-elle être moins intime que dans l'iodure d'amyle, les deux constituants de l'iodhydrate ayant gardé chacun une sorte d'individualité, c'est-à-dire une portion de leur énergie, qui serait perdue par le fait d'un rapprochement plus intime?

» Secondement :

» Dans un carbure d'hydrogène, l'iode ou l'oxhydryle peut-il être retenu plus ou moins fortement par un atome de carbone suivant les rapports de cet atome de carbone avec d'autres atomes, soit de carbone, soit d'hydrogène?

» Ces questions théoriques, qui me paraissent dignes d'intérêt, sont soulevées mais non résolues définitivement par les expériences que j'ai décrites. »

PHYSIQUE. — *Lettre adressée à* M. Dumas *sur la théorie du phénomène découvert par* Faraday, *de la poralisation rotatoire magnétique; par* **M. de la Rive.**

« Genève, le 13 juin 1868.

» Vous avez insisté avec raison dans le compte rendu des travaux de Faraday sur son admirable découverte de la polarisation rotatoire magné-

tique de la lumière ; vous avez rappelé, en particulier, l'insistance que notre savant ami avait mise dès le début à repousser l'idée que le phénomène était dû à l'action du magnétisme sur les molécules matérielles du corps transparent. J'avais également, en 1853, dans le premier volume de mon *Traité de l'électricité*, cherché à montrer que l'action dont il s'agit n'est pas due à une modification que déterminerait le magnétisme sur l'état moléculaire du corps, mais à une influence exercée par l'intermédiaire des particules pondérables sur l'éther intermoléculaire, et j'avais même cru pouvoir établir que cette influence est d'autant plus considérable que l'éther est plus dense, par conséquent que le corps est plus réfringent. M. Verdet, malheureusement enlevé comme Foucault d'une manière prématurée à la science qu'il enrichissait de ses travaux, avait trouvé, à la suite de ses belles recherches sur la polarisation rotatoire magnétique, que la règle que j'avais posée était trop générale, tout en étant vraie avec certaines restrictions. Si je vous rappelle ces détails, c'est que j'ai fait l'hiver dernier quelques recherches qui confirment tout à fait la manière de voir de Faraday et la justesse de l'observation de M. Verdet. Permettez-moi de vous les résumer en quelques mots.

» On avait invoqué, en faveur de l'explication fondée sur une action moléculaire du magnétisme, la persistance de la propriété acquise par un corps transparent sous l'influence de cet agent, quelques instants encore après que cette influence a cessé. Je me suis assuré que cette persistance tient, ainsi que Faraday l'avait présumé, au magnétisme rémanent de l'électro-aimant. J'ai constaté que sa durée, que j'ai pu apprécier avec beaucoup d'exactitude, est exactement la même, quelle que soit la nature du corps transparent, qu'il soit solide ou liquide, ce qui montre bien que la cause qui lui donne naissance est étrangère au corps. Enfin, j'ai trouvé que, en substituant à l'action de l'électro-aimant celle d'une hélice traversée par le courant électrique, le phénomène de la polarisation rotatoire cessait instantanément, pour tous les corps également, avec l'interruption du contact, preuve que sa persistance dans le cas de l'électro-aimant n'était pas due à une modification moléculaire éprouvée par le corps, puisqu'elle aurait dû avoir lieu de la même manière avec l'hélice. Ces expériences m'ont donné incidemment quelques résultats intéressants sur la nature du magnétisme rémanent, dont les variations de sens et d'intensité sont accusées de la manière la plus délicate par les changements de couleur qu'éprouve le rayon polarisé.

» Ce qui avait fait croire encore à quelques physiciens que le phéno-

mène de la polarisation rotatoire magnétique pouvait tenir à un changement dans l'état moléculaire du corps, produit par les forces magnétiques, c'est l'influence qu'exerce sur le phénomène lui-même toute modification physico-moléculaire apportée au corps par une action extérieure telle que la pression, la chaleur, etc. J'avais moi-même signalé parmi ces actions celle de la décharge, à travers un corps solide transparent, du puissant appareil d'induction de Ruhmkorff (1). Mais il est évident que l'effet des modifications qui résultent de ces diverses actions est d'apporter une perturbation dans l'état naturel d'équilibre de l'éther intermoléculaire, analogue, jusqu'à un certain point, à celle qui existe naturellement dans les cristaux biréfringents, perturbation qui, si elle était déterminée par l'influence de l'aimant ou des courants électriques, loin d'être la cause du phénomène, apporterait plutôt un obstacle à sa manifestation.

» Ainsi donc, l'état dans lequel se trouve l'éther intermoléculaire exerce une influence prépondérante sur l'aptitude d'un corps transparent à manifester le phénomène de la polarisation rotatoire magnétique. Aussi les substances, comme les gaz et les vapeurs, dans lesquelles il a une très-faible densité sont incapables de produire le phénomène; d'autres au contraire, telles que le sulfure de carbone, dans lesquelles cette densité est très-forte, sont douées au plus haut degré du pouvoir rotatoire magnétique. Mais, comme je l'ai dit plus haut, la règle que j'avais cru être générale ne l'est pas.

» Ainsi, ayant obtenu dernièrement, par l'entremise de mon excellent ami et confrère M. H. Sainte-Claire Deville, de l'obligeance de M. Lamy, un flacon d'alcool thallique, je me suis assuré que cette singulière substance a un pouvoir rotatoire magnétique au moins double de celui du sulfure de carbone, qui est déjà considérable, par conséquent plus fort que celui du verre pesant de Faraday (savoir une fois et demie). Or, l'alcool thallique a un pouvoir réfringent plutôt un peu inférieur (2) à celui du sulfure de carbone;

---

(1) Je profite de cette occasion pour faire droit à une réclamation de M. Morren, professeur à la Faculté des Sciences de Marseille, qui avait trouvé avant moi l'influence qu'exerce sous le rapport du pouvoir rotatoire magnétique d'un morceau de crown-glass, le fait qu'il a été percé par une décharge électrique; mais M. Morren n'avait pas publié son expérience, que j'avais faite de mon côté, non-seulement sur le crown-glass, mais sur d'autres espèces de verres.

(2) Il sera peut-être nécessaire de modifier la conclusion à laquelle s'arrête M. de la Rive, en ce qui concerne l'alcool thallique. M. Lamy a trouvé, en effet, que le pouvoir réfringent de ce corps surpasse celui du sulfure de carbone. (D.)

mais il a une densité très-considérable 3,3, tandis que celle du sulfure de carbone est seulement 1,263. Il semblerait donc que, indépendamment de la densité de l'éther, celle du corps lui-même aurait une influence sur l'intensité du pouvoir rotatoire magnétique; mais voici une substance, le chlorure de carbone, plus dense et plus réfringente à la fois qu'une solution de protochlorure d'étain, qui a pourtant un pouvoir rotatoire magnétique moins considérable que cette solution.

» Que conclure de tout cela? C'est qu'indépendamment de la densité de la substance transparente et de celle de l'éther qu'elle renferme entre ses molécules, il existe encore une cause inconnue jusqu'à présent qui a une part d'influence dans le curieux phénomène découvert par Faraday. Cette cause est probablement liée à la nature du mouvement que l'éther éprouve, par l'intermédiaire des particules pondérables, sous l'influence des forces électriques ou magnétiques. C'est en multipliant les expériences qu'on parviendra à la découvrir. »

ASTRONOMIE. — *Lettre à* M. Élie de Beaumont, *au sujet d'une Note de* M. Prazmowski *sur le spectre de la comète de Brorsen*; *par le* **P. Secchi.**

« Rome, ce 12 juin 1868.

» Dans le *Compte rendu* de la séance du 1er juin, p. 1111, je vois que vous désirez avoir quelques éclaircissements sur l'observation spectroscopique de la comète de Brorsen, et connaître la largeur de la fente de mon instrument. Le spectroscope à fente a été essayé, mais on ne pouvait rien voir avec cet instrument, la lumière de la comète étant trop faible; alors j'ai employé exclusivement le spectroscope simple, comme je fais pour les étoiles. Le diamètre de l'image directe, en employant les lentilles cylindriques, n'est pas supérieur à celui de la fente sensiblement agrandie qui devrait être employée pour des objets si peu lumineux, et, dans cette manière d'opérer, on n'a pas l'absorption que produisent les systèmes des lentilles. Le diamètre du noyau de la comète était bien plus petit que la phase de Vénus, et cependant celle-ci donnait les raies solaires très-nettes au même spectroscope. Il aurait été impossible de reconnaître les raies telluriques à l'horizon, avec une lumière aussi faible; d'ailleurs, ces raies tombent précisément dans la région sombre du rouge.

» Dans les remarques de M. Prazmowski il y a du vrai, sans doute, et moi-même, dans les années 1861 et 1862, j'ai observé la polarisation de deux grandes comètes. Mais je dois dire que la polarisation, toujours très-

tranchée dans la chevelure, était très-faible dans le noyau. Or le spectroscope nous a donné le spectre du noyau, et non pas celui de la chevelure, qui est trop faible et trop diffuse. Ainsi nos observations actuelles ne sont pas en contradiction avec celles de M. Prazmowski.

» La possibilité d'une absorption élective exercée par la comète ne m'avait pas échappé, et dans une de mes premières publications sur ce sujet, je l'ai remarquée. Mais en considérant l'extrême faiblesse du noyau, dont l'éclat ne surpassait pas celui d'une étoile de septième grandeur, et mettant en rapport le spectre même d'une étoile de cette grandeur avec celui de la comète, il m'a paru impossible d'admettre que le spectre observé dans la comète, vu l'intensité de ses raies, pût être dû à une lumière simplement réfléchie. L'essai fait autrefois sur Uranus et Neptune, planètes bien plus brillantes que le noyau de la comète, m'a convaincu que la portion réfléchie y contribuait pour une bien faible part. Cependant nous espérons que des comètes plus brillantes pourront résoudre les difficultés que laisse subsister encore celle-ci. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission chargée de présenter une liste de candidats pour la place d'Associé étranger devenue vacante par le décès de *M. Brewster*. Cette Commission doit se composer de trois Membres pris dans les Sections des Sciences mathématiques, de trois Membres pris dans les Sections des Sciences physiques, et du Président de l'Académie. MM. Élie de Beaumont, Becquerel, Liouville, Dumas, Milne Edwards, Chevreul réunissent la majorité des suffrages.

En conséquence, la Commission se composera de M. Delaunay, Président en exercice, et de MM. Élie de Beaumont, Becquerel, Liouville, Dumas, Milne Edwards, Chevreul.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de la Commission chargée de la vérification des Comptes.

MM. Mathieu et Brongniart réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉDECINE. — *Des inhalations anesthésiques dans le traitement des accès de colique hépatique; par* **M. A. Tripier.** (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

« Quelle que soit la forme des crises de colique hépatique, c'est, suivant moi, sur les phénomènes réflexes qu'on doit compter pour obtenir l'expulsion des calculs biliaires.

» Or, les expériences dans lesquelles on a opéré la section de la moelle, les observations pathologiques de paralysies cérébrales de Marshall-Hall, les faits d'anesthésie chloroformique de la pratique obstétricale, montrent que le moyen le plus sûr d'augmenter l'intensité des phénomènes réflexes est de soustraire les parties qui en sont le siége à l'influence du cerveau.

» C'est pourquoi je viens proposer de tirer parti des inspirations anesthésiques pour favoriser l'expulsion des calculs biliaires. Mon but est de provoquer une paralysie cérébrale passagère, sous l'influence de laquelle l'intensité des phénomènes réflexes soit accrue, afin d'abréger la durée de crises toujours trop longues, d'en augmenter l'effet utile, ou même de rendre efficaces des crises qui trop souvent n'aboutissent pas. »

M. Guérin-Méneville envoie de Valence une Note qui a pour titre « Nouvelles séricicoles, adressées à M. Chevreul ». Cette Note a pour objet principal de montrer que « les procédés scientifiques d'appréciation des graines ne sont pas encore arrivés à remplacer avantageusement les indications que la grande pratique donne, en tenant compte de la bonne santé constante des vers pendant toute l'éducation, de la manière dont les papillons pondent tous ou presque tous leurs œufs, de la longévité de ces papillons après la ponte, et de la terminaison de leur vie par dessiccation, au lieu de la décomposition putride qui indique un état maladif antérieur. »

(Renvoi à la Commission de Sériciculture.)

M. le Maréchal Vaillant, à propos de la Note adressée par M. Guérin-Méneville, informe l'Académie que les éducations de vers à soie dans lesquelles on s'est conformé strictement aux indications données par M. Pasteur ont toutes donné jusqu'ici, à sa connaissance, les résultats les

plus satisfaisants. Un essai fait par lui-même, sur des quantités moindres que celles qui ont servi aux éducations faites par les sériciculteurs, l'a conduit à des conclusions absolument semblables.

« M. **Dumas** ajoute quelques informations à celles que vient de donner M. le Maréchal Vaillant. La dernière séance du Comice agricole d'Alais a été consacrée à entendre et à apprécier les observations recueillies par M. Pasteur pendant le cours de la campagne actuelle. Elles ont toutes été favorables à la méthode proposée par lui pour l'appréciation des graines et pour la direction du grainage.

» Au contraire, les essais relatifs à l'emploi du nitrate d'argent et de la créosote n'ont pas été satisfaisants.

» Le Président du Comice et ses principaux Membres ont saisi cette occasion pour témoigner à notre éminent confrère la reconnaissance profonde qu'ils éprouvent pour son dévouement à leurs intérêts et la juste confiance qui est désormais acquise aux procédés préventifs qu'il a imaginés pour faire disparaître la maladie qui ruine le midi de la France et pour rétablir l'ancienne prospérité des magnaneries. »

M. **Bertrand de Lom** adresse une communication « sur des faits géologiques et minéralogiques nouveaux, découverts dans des formations éruptives du bassin de l'Allier et de la partie supérieure du bassin de la Loire ».

(Commissaires : MM. Delafosse, Daubrée, Ch. Sainte-Claire Deville.)

M. J. **Duport** soumet au jugement de l'Académie un nouveau « foyer-calorifère fumivore en terre réfractaire », dont il est l'inventeur.

(Renvoi à la Commission nommée pour la question des poêles de fonte.)

M. **Théobald** adresse un Mémoire relatif à la solution de quelques problèmes de géométrie sur la division des polygones en plusieurs parties équivalentes.

(Commissaires : MM. Chasles, Serret, Bonnet.)

M. **Francisque** adresse une nouvelle Lettre concernant son travail sur la musique, intitulé « le Secret de Pythagore dévoilé ».

(Renvoi à la Commission nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. le Maire de la ville de Broglie (Eure) annonce à l'Académie que cette ville se propose de placer le buste d'Augustin Fresnel sur une des façades de la maison où il est né, avec une inscription rappelant ses travaux scientifiques. Elle compte sur les souscriptions individuelles pour achever de couvrir les dépenses dont le Conseil municipal a déjà pris une partie à sa charge.

Cette Lettre sera transmise à la Commission administrative.

L'Institut royal météorologique des Pays-Bas adresse un exemplaire de l'« Annuaire météorologique des Pays-Bas pour l'année 1867 ».

L'Observatoire naval des États-Unis adresse un exemplaire des « Observations astronomiques et météorologiques, faites à cet Observatoire pendant l'année 1865 ».

M. Cotard adresse des remercîments, au nom de M. Prévost et au sien, pour la citation et l'indemnité qui leur ont été accordées dans le concours des prix de Médecine et de Chirurgie.

ANALYSE. — *Note relative à l'intégration d'une équation différentielle remarquable, en réponse à la Note de* M. Allégret, *insérée dans le précédent* Compte rendu; *par* **M. A. Picart.**

« Dans le dernier numéro des *Comptes rendus*, M. Allégret donne, sous forme algébrique, l'intégrale générale de l'équation

$$(1) \qquad \frac{dx}{\sqrt[3]{(A + Bx + Cx^2 + Dx^3)^2}} + \frac{dy}{\sqrt[3]{(A + By + Cy^2 + Dy^3)^2}} = 0,$$

analogue à l'équation bien connue d'Euler. Puis, regardant l'intégrale

$$\int_0^x \frac{dx}{\sqrt[3]{(A + Bx + Cx^2 + Dx^3)^2}}$$

comme une transcendante nouvelle irréductible, il signale sa découverte comme renfermant le germe d'une théorie comparable à celle des fonctions elliptiques.

» Malheureusement, il n'en est rien; car l'équation (1) se ramène sans difficulté à celle d'Euler par un simple changement de variables.

» Soit, en effet, l'intégrale

$$\int \frac{dx}{\sqrt[3]{(A+Bx+Cx^2+Dx^3)^2}}$$

que l'on peut toujours, pour abréger l'écriture, mettre sous la forme

$$\int \frac{dx}{\sqrt[3]{(A+Bx+3\alpha^2\beta x^2+\alpha^3x^3)^2}}.$$

On pose

$$(2) \qquad \sqrt[3]{A+Bx+3\alpha^2\beta x^2+\alpha^3x^3} = \alpha x+\beta+X,$$

X étant une nouvelle variable; d'où l'on déduit, en élevant au cube,

$$(3) \quad (B-3\alpha\beta^2)x+A-\beta^3 = 3(\alpha x+\beta)^2X+3(\alpha x+\beta)X^2+X^3.$$

Cette équation différentiée donne

$$\frac{dx}{(\alpha x+\beta+X)^2} = \frac{3dX}{B-3\alpha(X+\beta)^2-6\alpha^2Xx}.$$

On a donc

$$(4) \qquad \frac{dx}{\sqrt[3]{(A+Bx+3\alpha^2\beta x^2+\alpha^3x^3)^2}} = 3\int \frac{dX}{B-3\alpha(X+\beta)^2-6\alpha^2Xx}.$$

Il reste à tirer de l'équation (3) la valeur de x en fonction de X.

» On trouve

$$(5) \qquad x = \frac{B-3\alpha(X+\beta)^2 \pm \sqrt{M+NX+PX^2+QX^4}}{6\alpha^2X},$$

les coefficients M, N, P, Q ayant les valeurs suivantes :

$$M = (3\alpha\beta^2-B)^2,$$
$$N = 12\alpha(2\alpha\beta^3+\alpha A-\beta B),$$
$$P = 6\alpha(6\alpha\beta^2-B),$$
$$Q = -3\alpha^2;$$

d'où

$$B-3\alpha(X+\beta)^2-6\alpha^2Xx = \sqrt{M+NX+PX^2+QX^4}.$$

» Donc, on a

$$(6) \qquad \int \frac{dx}{\sqrt[3]{(A+Bx+3\alpha^2\beta x^2+\alpha^3x^3)^2}} = 3\int \frac{dX}{\sqrt{M+NX+PX^2+QX^4}},$$

X étant lié à x par l'équation

$$\sqrt[3]{A+Bx+3\alpha^2\beta x^2+\alpha^3x^3} = (\alpha x+\beta+X).$$

Par conséquent l'équation (1) intégrée par M. Allégret se ramène à l'équation d'Euler :

$$(7)\qquad \frac{dX}{\sqrt{M + NX + PX^2 + QX^4}} + \frac{dY}{\sqrt{M + NY + PY^2 + QY^4}} = 0.$$

Il est alors facile d'en écrire immédiatement l'intégrale générale. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur les spirales que décrit la chaleur, en se répandant, à partir d'un point intérieur, dans un milieu homogène dissymétrique; par* **M. Boussinesq.**

« Il existe, pour tout corps homogène, un système de coordonnées rectangulaires x, y, z, qui permet de mettre l'équation de la température u sous la forme

$$(1)\qquad p\frac{du}{dt} = \varphi(u, t) + a^2\frac{d^2u}{dx^2} + b^2\frac{d^2u}{dy^2} + c^2\frac{d^2u}{dz^2}.$$

Nous appelons : ρ la capacité du corps pour la chaleur sous l'unité de volume; a^2, b^2, c^2 trois coefficients positifs de conductibilité; $\varphi(u, t)$ la chaleur reçue par rayonnement, que nous supposons, rapportée à l'unité de volume et à l'unité de temps, une fonction donnée de u et de t.

» De plus, les trois flux de chaleur qui traversent, au point (x, y, z), les éléments plans perpendiculaires aux axes, en venant des parties positives de ces derniers, ont, pour l'unité de surface et l'unité de temps, des expressions de la forme

$$(2)\quad F_1 = a^2\frac{du}{dx} - \nu\frac{du}{dy} + \mu\frac{du}{dz},\quad F_2 = b^2\frac{du}{dy} - \lambda\frac{du}{dz} + \nu\frac{du}{dx},\quad F_3 = c^2\frac{du}{dz} - \mu\frac{du}{dx} + \lambda\frac{du}{dy};$$

et le flux F, qui traverse au même point l'élément dont la normale fait avec les axes des angles ayant les cosinus m, n, p, est donné par la formule

$$(3)\qquad F = mF_1 + nF_2 + pF_3.$$

» Toutes ces lois sont établies dans les premières leçons sur la chaleur de M. Lamé.

» Cela posé, concevons qu'un milieu homogène indéfini soit primitivement à la température zéro, et qu'on le chauffe dans un très-petit espace, situé à l'origine des coordonnées et limité par une surface $f(x, y, z) = 0$: u y sera une fonction de x, y, z, qui vérifiera l'équation (1) et prendra de plus, sur la surface $f = 0$, des valeurs données. Si l'on fait, avec M. Duhamel, $x = a\xi$, $y = b\eta$, $z = c\zeta$, la transformée de (1) en ξ, η, ζ

sera l'équation de la température dans un corps isotrope, où ces trois variables représenteraient les coordonnées rectangulaires d'un point quelconque, et où a^2, b^2, c^2 vaudraient l'unité. Donc la fonction u, exprimée en ξ, η, ζ, ne sera autre que la température relative à ce milieu isotrope, supposé chauffé autour de l'origine dans un très-petit espace limité par la surface $f(a\xi, b\eta, c\zeta) = 0$. Or il est évident que, dans de telles conditions, la température a la même valeur à chaque instant pour tous les points situés à égale distance de l'origine. En désignant par Ψ une certaine fonction, on aura donc

$$(4)\qquad u = \frac{1}{2}\Psi(t, \xi^2 + \eta^2 + \zeta^2), \quad \text{ou bien} \quad u = \frac{1}{2}\Psi\left(t, \frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2}\right).$$

» Les surfaces isothermes sont des ellipsoïdes concentriques, semblables et semblablement placés, dont l'un n'est autre que l'ellipsoïde principal de M. Lamé

$$(5)\qquad \frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1.$$

» En désignant par Ψ' la seconde des deux dérivées partielles de Ψ, et posant

$$(6)\qquad x_1 = x - \nu\frac{y}{b^2} + \mu\frac{z}{c^2}, \quad y_1 = y - \lambda\frac{z}{c^2} + \nu\frac{x}{a^2}, \quad z_1 = z - \mu\frac{x}{a^2} + \lambda\frac{y}{b^2},$$

les formules (4) et (2) changeront l'expression (3) du flux F en

$$(7)\qquad F = (mx_1 + ny_1 + pz_1)\Psi'.$$

» Ce flux est nul pour tous les éléments plans parallèles à la direction (x_1, y_1, z_1), c'est-à-dire à celle dont les angles avec les axes ont leurs cosinus proportionnels à x_1, y_1, z_1 : donc la chaleur qui passe en chaque point (x, y, z) y marche suivant cette direction, la même à toute époque : elle décrit une ligne que nous appellerons *courant* ou *filet de chaleur*, et dont la tangente, en un point quelconque (x, y, z), a la direction (x_1, y_1, z_1).

» Les relations (6) donnent les conséquences suivantes : 1° aux divers points d'un même rayon mené à partir de l'origine des coordonnées, les courants de chaleur sont parallèles, et il suffit de considérer le point du rayon qui est sur l'ellipsoïde principal; 2° un second point, qui a pour coordonnées les valeurs correspondantes de x_1, y_1, z_1, appartient à l'*ellipsoïde des conductibilités linéaires*

$$(8)\qquad \frac{x_1^2}{a^2} + \frac{y_1^2}{b^2} + \frac{z_1^2}{c^2} + \frac{(\lambda x_1 + \mu y_1 + \nu z_1)^2}{a^2b^2c^2} = 1 + \frac{\lambda^2a^2 + \mu^2b^2 + \nu^2c^2}{a^2b^2c^2},$$

que j'ai ainsi appelé dans une Note insérée à la page 104 du tome LXV des *Comptes rendus*, où j'indique des propriétés intéressantes de cet ellipsoïde; 3° le même point est en outre situé sur le plan

$$(9) \qquad \lambda x_1 + \mu y_1 + \nu z_1 = \text{constante},$$

mené par le point correspondant (x, y, z), et conjugué au diamètre commun des deux ellipsoïdes (5) et (8), qu'il coupe suivant deux ellipses homothétiques; 4° si λ, μ, ν changent de signe, mais que le point (x, y, z) reste le même, la droite qui joint ce point à (x_1, y_1, z_1) gardera la même grandeur, mais prendra une direction opposée à celle qu'elle avait d'abord : d'où l'on déduit aisément que cette droite est la tangente, menée en (x, y, z), à l'intersection de l'ellipsoïde principal par le plan (9), et prolongée jusqu'à la rencontre de l'ellipsoïde des conductibilités linéaires; 5° enfin, si l'on suppose l'axe des y à droite de celui des x, pour un observateur qui regarderait ces axes en ayant les pieds à l'origine et la tête dans le sens des z positifs, et si l'on conçoit un autre observateur qui aurait les pieds à l'origine et la tête dans le sens du demi-diamètre commun aux deux ellipsoïdes (5) et (8), dont les angles avec les axes ont leurs cosinus proportionnels à λa^2, μb^2, νc^2 et de mêmes signes, cet observateur, tourné vers le point (x, y, z), verra à sa droite le point (x_1, y_1, z_1).

» De ces résultats on déduit, par simple intuition, que les courants de chaleur sont des spirales tracées sur des cônes qui ont pour sommet commun l'origine, et pour directrices les diverses sections de l'ellipsoïde principal par des plans conjugués au diamètre commun de cet ellipsoïde et de celui des conductibilités linéaires. Ces cônes, constitués par une infinité de courants pareils, sont de véritables tourbillons de chaleur. En s'écartant de l'origine, les spirales tournent de gauche à droite pour l'observateur considéré ci-dessus, qui occupe le cône central. Toutes celles qui se trouvent sur un même cône sont parallèles aux points où elles rencontrent la même génératrice : leur direction en ces points s'obtient, en menant de gauche à droite, à l'intersection de la génératrice considérée et de l'ellipse directrice, une tangente à cette ellipse, et en joignant l'origine au point où cette tangente rencontre l'ellipsoïde des conductibilités linéaires. La chaleur décrit ainsi une infinité de tours, et d'un tour à l'autre elle s'écarte de l'origine qui est un point asymptote. Le seul courant qui soit rectiligne est celui qui correspond au cône central, c'est-à-dire au diamètre commun des deux ellipsoïdes.

» Si, au lieu du milieu indéfini dans tous les sens, on avait une plaque

mince et plane, taillée dans le milieu et chauffée à l'origine des coordonnées, les courants de chaleur seraient encore des spirales, tournant dans le même sens par rapport au même observateur, mais planes et parallèles à la plaque. L'ellipsoïde des conductibilités linéaires donnerait, par son intersection avec la plaque, une ellipse homothétique par rapport aux courbes isothermes, et de plus il servirait à construire la tangente aux courants, d'une manière entièrement semblable à celle que je viens de montrer pour le milieu indéfini.

» Les résultats que je ne puis qu'indiquer ici sont développés dans un Mémoire sur les rôles comparés de l'ellipsoïde principal et de celui des conductibilités linéaires. »

ASTRONOMIE. — *Comparaison de la théorie de la Lune de* M. Delaunay *avec celle de* M. Hansen. Note de **M. S. Newcomb**, communiquée par M. Delaunay.

« Parmi les théories modernes de la Lune, déduites de la loi de la gravitation universelle, il y en a deux qui l'emportent par leur précision, celles de MM. Delaunay et Hansen. Les méthodes de ces astronomes sont si radicalement différentes par leur point de départ, qu'une comparaison de leurs résultats doit être à la fois intéressante et importante, parce que leur accord devra mettre l'exactitude des valeurs théoriques des perturbations hors de toute espèce de doute. Mais la forme de la théorie de M. Hansen est si différente de la forme usuelle, qu'il est nécessaire de lui faire subir une complète transformation avant qu'elle puisse être comparée directement avec aucune autre. Prenons l'expression de M. Hansen pour l'anomalie vraie de la Lune donnée à la page 3 de ses *Tables de la Lune*,

$$f = nz + e_1 \sin nz + e_2 \sin 2nz + e_3 \sin 3nz + \ldots,$$

où e_i représente le coefficient de $\sin i(l - \omega)$ dans le développement de l'anomalie vraie en fonction de l'anomalie moyenne. Substituant dans cette expression

$$nz = g + n\delta z,$$

nous avons

$$f = nz + \sum e_i \sin ig + \sum ie_i \cos ig\, n\delta z - \frac{1}{2}\sum i^2 e_i n\delta z^2 \sin ig - \ldots$$

La valeur de cette expression est donnée par M. Hansen dans son *Darlegung*, § 146. Il faut aussi ajouter sa réduction à l'écliptique et ce qui provient des perturbations de latitude dans le facteur de cette réduction, quantités qui sont données toutes deux dans le § 145 du *Darlegung*.

ARGUMENT.	COEFFICIENT DELAUNAY.	COEFFICIENT HANSEN.	D — H	ARGUMENT.	COEFFICIENT DELAUNAY.	COEFFICIENT HANSEN.	D — H
$2l$	+768″,99	+769″,05	− 6	$2D-3l$	+ 13″,32	+ 13″,24	+ 8
$3l$	+ 36,11	+ 36,12	− 1	$2D-2l$	+ 211,82	+ 211,70	+ 12
$4l$	+ 1,94	+ 1,95	− 1	$2D-l$	+4586,22	+4585,95	+ 27
$5l$	+ 0,11	+ 0,12	− 1	$2D$	+2369,74	+2369,86	− 12
$-3l+l'$	− 0,66	− 0,69	− 3	$2D+l$	+ 191,99	+ 191,92	+ 7
$-2l+l'$	− 9,70	− 9,74	− 4	$2D+2l$	+ 14,40	+ 14,38	+ 2
$-l+l'$	−148,24	−148,02	+ 22	$2D+3l$	+ 1,06	+ 1,08	− 2
l'	−668,91	−669,01	− 10	$2D+4l$	+ 0,08	»	»
$l+l'$	−109,71	−109,92	− 21	$2D-4l-l'$	+ 0,03	»	»
$2l+l'$	− 7,68	− 7,69	− 1	$2D-3l-l'$	+ 0,49	+ 0,56	− 7
$3l+l'$	− 0,56	− 0,55	+ 1	$2D-2l-l'$	+ 8,65	+ 8,66	− 1
$-2l+2l'$	− 0,16	− 0,20	− 4	$2D-l-l'$	+ 206,07	+ 206,36	− 29
$-l+2l'$	− 2,59	− 2,59	0	$2D-l'$	+ 165,34	+ 165,50	− 16
$2l'$	− 7,44	− 7,50	− 6	$2D+l-l'$	+ 14,64	+ 14,57	+ 7
$l+2l'$	− 1,16	− 1,18	− 2	$2D+2l-l'$	+ 1,15	+ 1,17	− 2
$2l+2l'$	− 0,07	− 0,07	0	$2D+3l-l'$	+ 0,08	+ 0,08	0
$2F-l+l'$	− 0,09	− 0,09	0	$2D-2l-2l'$	+ 0,28	+ 0,29	− 1
$2F+l'$	+ 0,42	+ 0,40	+ 2	$2D-l-2l'$	+ 7,48	+ 7,44	+ 4
$2F+l+l'$	+ 0,26	+ 0,26	0	$2D-2l'$	+ 8,04	+ 8,14	− 10
$2F+2l+l'$	+ 0,04	»	»	$2D+l-2l'$	+ 0,72	+ 0,77	− 5
$2F-3l$	+ 0,05	+ 0,06	− 1	$2D+2l-2l'$	+ 0,05	+ 0,06	− 1
$2F-2l$	+ 1,38	+ 1,10	+ 28	$2D-l-3l'$	+ 0,19	+ 0,26	− 7
$2F-l$	− 39,54	− 39,57	− 3	$2D-3l'$	+ 0,25	+ 0,34	− 9
$2F$	−411,61	−410,37	+(1,24)	$2D+2F-l+l'$	+ 0,11	+ 0,08	+ 3
$2F+l$	− 45,12	− 45,10	+ 2	$2D+2F-2l$	− 0,53	− 0,54	− 1
$2F+2l$	− 4,01	− 4,05	− 4	$2D+2F-l$	− 9,39	− 9,34	+ 5
$2F+3l$	− 0,33	»	»	$2D+2F$	− 5,73	− 5,73	0
$2F-2l-l'$	− 0,01	+ 0,08	− 9	$2D+2F+l$	− 1,00	»	»
$2F-l-l'$	+ 0,12	+ 0,08	+ 4	$2D+2F-l-l'$	− 0,43	− 0,42	+ 1
$2F-l'$	− 0,09	− 0,06	+ 3	$2D+2F-l'$	− 0,37	− 0,40	− 3
$2F+l-l'$	− 0,28	− 0,31	− 3	$2D+2F+l-l'$	− 0,06	− 0,07	− 1
$4F$	+ 0,42	»	»	$2D-2F+l'$	− 1,43	− 1,56	− 13
$2D-2l+2l'$	− 0,16	− 0,23	− 7	$2D-2F+l+l'$	+ 0,10	+ 0,09	+ 1
$2D-l+2l'$	− 2,34	− 2,53	− 19	$2D-2F-3l$	− 0,08	− 0,14	− 6
$2D+2l'$	− 0,15	− 0,19	− 4	$2D-2F-2l$	− 0,54	− 0,55	− 1
$2D-3l+l'$	+ 0,07	+ 0,17	− 10	$2D-2F-l$	+ 0,14	+ 0,39	− 25
$2D-2l+l'$	+ 2,27	+ 2,50	− 23	$2D-2F$	+ 55,17	+ 55,33	− 16
$2D-l+l'$	− 28,28	− 28,53	− 25	$2D-2F+l$	− 6,37	− 6,35	+ 2
$2D+l'$	− 24,47	− 24,45	+ 2	$2D-2F+2l$	− 0,45	− 0,43	+ 2
$2D+l+l'$	− 2,96	− 2,89	+ 7	$2D-2F-2l-l'$	− 0,02	− 0,07	− 5
$2D+2l+l'$	− 0,27	− 0,29	− 2	$2D-2F-l-l'$	− 0,05	− 0,05	0
$2D-4l$	+ 1,00	+ 0,95	+ 5	$2D-2F-l'$	+ 2,17	+ 2,17	0

ARGUMENT.	COEFFICIENT DELAUNAY.	COEFFICIENT HANSEN.	D — H	ARGUMENT.	COEFFICIENT DELAUNAY.	COEFFICIENT HANSEN.	D — H
$2D-2F+l-l'$	− 0″,37	− 0″,40	− 3	$6D-l$	+ 0″,26	+ 0″,39	− 13
$2D-2F+2l-l'$	− 0,03	− 0,03	0	$6D$	+ 0,07	+ 0,12	− 5
$2D-2F-2l'$	+ 0,07	+ 0,06	+ 1	$D-2l+l'$	+ 0,26	+ 0,37	− 11
$2D-4F$	− 0,08	»	»	$D-l+l'$	+ 0,87	+ 1,32	− 45
$4D-2l+l'$	− 0,67	»	»	$D+l'$	+ 18,00	+ 18,10	− 10
$4D-l+l'$	− 0,83	− 0,65	+ 18	$D+l+l'$	+ 1,21	+ 1,22	− 1
$4D+l'$	− 0,30	− 0,30	0	$D+2l+l'$	+ 0,09	+ 0,08	+ 1
$4D+l+l'$	− 0,04	− 0,04	0	$D-3l$	− 0,09	»	»
$4D-3l$	+ 1,08	+ 1,19	− 11	$D-2l$	− 1,58	− 1,78	− 20
$4D-2l$	+ 30,72	+ 30,73	− 1	$D-l$	− 18,70	− 18,74	− 4
$4D-l$	+ 38,48	+ 38,67	− 19	D	−125,63	−125,52	+ 11
$4D$	+ 13,98	+ 14,05	− 7	$D+l$	− 8,64	− 8,49	+ 15
$4D+l$	+ 1,88	+ 2,01	− 13	$D+2l$	− 0,59	− 0,61	− 2
$4D+2l$	+ 0,20	+ 0,18	+ 2	$D-l-l'$	− 0,14	− 0,19	− 5
$4D-3l-l'$	+ 0,06	+ 0,08	− 2	$D-l'$	− 0,55	− 0,58	− 3
$4D-2l-l'$	+ 2,69	+ 2,74	− 5	$D+l-l'$	− 0,08	− 0,11	− 3
$4D-l-l'$	+ 4,33	+ 4,42	− 9	$D+2F$	+ 0,24	+ 0,25	− 1
$4D-l'$	+ 1,71	+ 1,90	− 19	$D-2F$	− 0,59	− 0,56	+ 3
$4D+l-l'$	+ 0,20	+ 0,29	− 9	$3D-l+l'$	+ 0,28	+ 0,29	− 1
$4D-2l-2l'$	+ 0,11	+ 0,18	− 7	$3D+l'$	+ 0,14	+ 0,13	+ 1
$4D-l-2l'$	+ 0,22	+ 0,33	− 11	$3D-3l$	− 0,04	− 0,07	− 3
$4D-2l'$	+ 0,09	+ 0,15	− 6	$3D-2l$	− 1,23	− 1,22	+ 1
$4D-2F-l$	+ 0,34	+ 0,20	+ 14	$3D-l$	− 3,11	− 3,22	− 11
$4D-2F+l$	− 0,06	− 0,04	+ 2	$3D$	+ 0,53	+ 0,41	+ 12
$6D-3l$	+ 0,20	+ 0,28	− 8	$3D-2F$	− 0,25	»	»
$6D-2l$	+ 0,51	+ 0,58	− 7	$3D-2F-2l$	0,00	− 0,32	− 32

» J'ai calculé les coefficients contenus dans la table ci-dessus, non pas par la valeur de nz donnée dans les *Tables de la Lune* de M. Hansen, mais par l'approximation ultérieure fournie par les §§ 125, 257, 265 du *Darlegung;* la différence entre ces coefficients et ceux des Tables est toutefois très-petite, s'élevant rarement à un dixième de seconde.

» Les perturbations de M. Delaunay sont prises dans les *Additions à la Connaissance des Temps* pour 1869, sans aucune modification.

» La notation des arguments est celle de M. Delaunay.

» La colonne D — H donne, non la différence algébrique, mais la différence des grandeurs absolues des coefficients.

» Cette comparaison donne lieu aux remarques suivantes :

» 1° Il y a probablement quelque erreur dans la réduction du coefficient de Hansen correspondant à l'argument $2F$, à la forme commune;

» 2° Les valeurs analytiques des coefficients des arguments $-l+l'$, $2D-2l+l'$, $2D-l+l'$, $D-l+l'$ et $D-2l$ convergent très-lentement, de sorte qu'ils comportent une incertitude de un ou deux dixièmes de seconde;

» 3° Les valeurs précédentes des coefficients qui dépendent de la parallaxe du Soleil sont celles qui dans chaque théorie, correspondent à la valeur 8″,85 de cet élément;

» 4° La somme totale des différences $D-H$, prises indépendamment de leurs signes algébriques, et en laissant de côté le coefficient de $2F$, est 8″,88;

» 5° Mais, en laissant de côté le même terme, la différence probable entre les longitudes de la Lune données par les deux théories est seulement 0″,8, différence moindre que l'erreur probable des meilleures déterminations de la position de la Lune par l'observation;

» 6° La proposition de M. Hansen que les perturbations de la Lune déduites de l'observation sont un peu plus grandes que celles données par la théorie, semble être confirmée par la théorie de M. Delaunay et par les récentes observations de la Lune. Mais l'hypothèse que le centre de figure de la Lune ne coïncide pas avec son centre de gravité, bien que suffisante, ne paraît nullement nécessaire pour rendre compte de ce phénomène. »

ASTRONOMIE. — *Sur le mouvement du système solaire dans l'espace.* Lettres adressées à M. Delaunay par **M. Hoek.**

PREMIÈRE LETTRE (1).

« Utrecht, le 17 mai 1868.

» Vous me demandez mon opinion sur la question de savoir si l'on ne doit pas conclure de l'ensemble des orbites des comètes non périodiques que le Soleil ne se déplace pas dans l'espace.

» Je vais vous répondre un peu amplement. La question que vous proposez est précisément celle qui a été mon point de départ dans les recherches sur les orbites cométaires.

» J'ai commencé à écrire sur ce point un Mémoire que je n'ai pas

(1) L'Académie a décidé que ces deux Lettres, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, seraient insérées en entier au *Compte rendu*.

achevé, ayant été détourné du sujet par mes recherches sur les systèmes cométaires, puis occupé par des recherches optiques.

» Voici de quelle manière j'ai attaqué le problème. J'ai supposé deux cas extrêmes : l'un où le déplacement du système planétaire serait zéro, l'autre où le mouvement du Soleil serait assez considérable pour qu'il fût permis de négliger les mouvements initiaux des comètes entrant dans sa sphère d'attraction.

» Supposant ensuite qu'une comète, vue du Soleil, peut paraître avec la même facilité en chaque point de la sphère, puis qu'elle peut y avoir avec la même facilité toutes les directions de mouvement, je trouve pour les nombres relatifs des inclinaisons :

Dans le premier cas.

Inclinaison.	Nombre relatif d'orbites.
De 0° à 15°....	3.41
15 30......	9.99
30 45......	15.89
45 60......	20.71
60 75......	24.12
75 90......	25.88
Somme......	100.00

Dans le second cas.

Inclinaison.	Nombre relatif d'orbites pour B = 45°.	pour B = 60°.	pour B = 75°
De 45° à 50°.....	27.35	0	0
50 55.....	12.42	0	0
55 60.....	10.22	0	0
60 65.....	9.22	35 91	0
65 70.....	8.64	16.13	0
70 75....	8.30	13.33	0
75 80.....	8 06	12.06	53.17
80 85.....	7.92	11.42	24.97
85 90.....	7.87	11.14	21.87
Sommes.....	100.00	99.99	100.01

B étant la latitude du point de la sphère sur lequel est dirigé le mouvement propre du Soleil.

» Rejetant toutes les orbites avant l'an 1556, ensuite quelques comètes trop peu certaines observées depuis cette date, enfin toutes les comètes périodiques dont la période reste au-dessous de 200 ans, l'expérience a donné les résultats suivants :

Inclinaison.	Nombre d'orbites. Mouvement direct.	Mouvement rétrograde.	Somme.
De 0° à 15°.........	7	7	14
15 30.........	6	10	16
30 45.........	15	18	33
45 60.........	17	27	44
60 75.........	15	17	32
75 90.........	23	18	41
Sommes..........	83	97	180

Les erreurs des tables précédentes, comparées aux résultats de l'expérience, sont donc :

Pour les mouvements directs.

Inclinaison.	Première hypothèse.	Deuxième hypothèse. B = 45°.	Deuxième hypothèse. B = 60°.
De 0° à 15°.	− 4.2	− 7.0	− 7.0
15 30.	+ 2.3	− 6.0	− 6.0
30 45.	− 1.7	− 15.0	− 15.0
45 60.	+ 0.2	+ 24.5	− 17.0
60 75.	+ 5.0	+ 6.7	+ 39.3
75 90.	− 1.5	− 3.2	+ 5.7

Pour les mouvements rétrogrades.

Inclinaison.	Première hypothèse.	Deuxième hypothèse. B = 45°.	Deuxième hypothèse. B = 60°.
De 0° à 15°.	− 3.7	− 7.0	− 7.0
15 30.	− 0.3	− 10.0	− 10.0
30 45.	− 2.6	− 18.0	− 18.0
45 60.	− 6.9	+ 21.5	− 27.0
60 75.	+ 6.4	+ 8.4	+ 46.4
75 90.	+ 7.1	+ 5.1	+ 15.6

D'où il suit que la première hypothèse, qui suppose le mouvement du Soleil zéro, s'accorde le mieux avec l'expérience.

» Mais vous aurez déjà remarqué que chacune de ces deux hypothèses donne des nombres négatifs pour les inclinaisons petites, et des nombres positifs pour les inclinaisons plus grandes, surtout si l'on supprime la distinction entre les mouvements directs et rétrogrades : ce qu'il est permis de faire ici.

» Il y a donc quelque action étrangère à nos hypothèses. En effet, le calcul des probabilités appliqué à ce point apprend qu'il y a une très-grande probabilité en faveur d'une telle action, et qu'il n'est presque pas permis d'attribuer au hasard les déviations trouvées. Quelle est cette action? La supposition la plus probable paraît être l'inégalité des découvertes de comètes sur les différentes parties du globe. La presque totalité des comètes employées dans les discussions précédentes a été observée en Europe. Le pôle antarctique et ses environs restent cachés à nos observations, et c'est là que paraîtront une partie des comètes dont les orbites sont à peu près perpendiculaires à l'écliptique.

» C'était un de mes motifs pour recommander aux observatoires de l'hémisphère austral la surveillance systématique de ces parties du ciel (*Monthly Notices of the R. A. S.;* vol. XXV, p. 250).

» Et en effet, un calcul postérieur paraît confirmer cette explication. Dès qu'on rejette les orbites dont les périhélies ont une latitude australe, l'accord entre l'expérience et la première hypothèse est très-satisfaisant. Je trouve alors :

Inclinaison.	Nombre d'orbites Observées.	Calculées d'après la première hypothèse.	Différence.
De 0° à 15°	4	3.3	+0.7
15 30	9	9.7	−0.7
30 45	16	15.4	+0.6
45 60	23	20.1	+2.9
60 75	18	23.4	−5.4
75 90	27	25.1	+1.9
Sommes	97	97.0	

» S'il fallait donc déduire une conclusion provisoire de la répartition des inclinaisons, ce serait que le mouvement du Soleil est insignifiant comparé au mouvement initial moyen des comètes.

» Mais il est nécessaire d'ajouter que cette conclusion n'est que provisoire.

» D'abord il faudrait effectuer des calculs analogues sur la répartition des nœuds ascendants le long de l'écliptique, calculs qui ont été commencés, mais pas encore achevés dans mes papiers. J'espère bientôt les reprendre.

» En second lieu, il faudrait tenir compte d'une circonstance révélée par mes recherches ultérieures, savoir l'existence des systèmes cométaires, ou, en d'autres termes, la présence sur la sphère d'un certain nombre de points de rayonnement d'orbites (*Monthly Notices of the R. A. S.;* vol. XXVI, p. 204 et vol. XXVIII, p. 129.)

» C'est pour satisfaire à votre désir, Monsieur, que je vous ai donné un aperçu d'un Mémoire inédit et à demi achevé, et que j'en ai extrait des nombres sans avoir le temps de les vérifier, et qui par conséquent pourraient bien çà et là contenir quelques erreurs légères. J'espère que vous voudrez bien tenir compte de cette circonstance atténuante. »

DEUXIÈME LETTRE.

« Utrecht, le 3 juin 1868.

» Vous me demandez dans votre Lettre du 1er juin si, en considérant la nature des orbites cométaires, je n'arriverais pas à la même conclusion sur la vitesse du mouvement de notre Soleil. En effet, je suis parvenu à la con-

clusion suivante : Si l'on suppose que les comètes nous arrivent avec une vitesse initiale moyenne qui est égale dans toutes les directions, la nature des orbites cométaires nous apprend que la vitesse de translation de notre système est inférieure de beaucoup à la vitesse avec laquelle la Terre se meut autour du Soleil.

» Je vais développer mon opinion sur ce point. Si vous parcourez le tableau des orbites cométaires composé par M. le professeur Galle, et les remarques que le savant auteur y a ajoutées, vous trouverez qu'il n'y a que les orbites suivantes dont le caractère hyperbolique mérite plus ou moins de confiance :

COMÈTES.	EXCENTRICITÉ.	DISTANCE périhélie.	CALCULATEURS.	POSITION DE L'APHÉLIE.	
				Longitude.	Latitude.
1824 II	1,00173	1,05	Encke.	181°,7	— 54°,3
1840 I	1,00021	0,62	Peters et O. Struve.	2,2	— 49,6
1843 II	1,00018	1,62	Götze.	115,9	— 41,2
1844 III	1,00035	0,25	Bond.	117,0	— 1,7
1847 VI	1,00013	0,33	G. Rümker.	80,6	+ 70,6
1849 I	1,00002	0,96	Petersen et Sonntag.	218,1	+ 27,9
1849 II	1,00071	1,16	Meyer.	37,0	— 30,3
1849 III	1,00707	0,90	Schweizer.	61,4	+ 50,2
1853 IV	1,00123	0,17	D'Arrest.	114,4	+ 60,1
1863 VI	1,00090	1,31	Julius.	314,0	— 76,4

» Dans cette énumération, j'ai rejeté toutes les orbites des comètes observées avant notre siècle pour le peu de certitude des observations, ensuite toutes celles basées sur trois observations et dont plusieurs déjà ont reçu un démenti des recherches ultérieures. Je n'y ai admis que les orbites qu'une discussion soigneuse avait indiquées comme fournissant la meilleure représentation du total des observations.

» En général donc nous ne possédons que des orbites peu différentes de paraboles, et il paraît que les hyperboles, c'est-à-dire les excentricités notablement plus grandes que l'unité, sont des phénomènes extrêmement rares.

» Comment rendre compte de ce résultat?

» Dans la supposition d'un Soleil en repos, je dirais : C'est une conséquence de notre voisinage du Soleil, qui ne nous permet que d'apercevoir les comètes d'une distance périhélie très-limitée.

» Pour le prouver, citons d'abord les formules suivantes des *Monthly*

Notices of the R. A. S., t. XXVIII, p. 144 :

$$e - 1 = \frac{V^2}{\mu} q, \quad q = \frac{V^2}{\mu} \frac{S^2}{e+1},$$

formules où

e est l'excentricité de l'orbite,

q la distance périhélie de l'orbite,

V la vitesse initiale,

S la perpendiculaire abaissée du Soleil sur le mouvement initial,

μ la constante de l'attraction solaire.

Puis, admettons que nous voulions avoir quatre orbites :

La première ayant. . . .	$q = 2$,	$e = 1,5$,
La seconde ayant.	$q = 2$,	$e = 1,05$,
La troisième ayant. . . .	$q = 2$,	$e = 1,005$,
La quatrième ayant. . . .	$q = 2$,	$e = 1,0005$;

nous aurons, d'après les formules citées,

Pour la première. . .	$V^2 = 0,25\mu$,	$S^2 = 20$,
Pour la seconde. . .	$V^2 = 0,025\mu$,	$S^2 = 164$,
Pour la troisième. . .	$V^2 = 0,0025\mu$,	$S^2 = 1604$,
Pour la quatrième. .	$V^2 = 0,00025\mu$,	$S^2 = 16004$.

» Maintenant si nous supposons toutes les vitesses initiales également possibles, la probabilité d'une excentricité comprise entre les limites e_1 et e_2 est sensiblement proportionnelle à l'aire $\pi(S_2^2 - S_1^2)$ calculée au moyen des S correspondants. D'où il suit que si l'on avait observé 16004 comètes d'un $q = 2$ et d'une excentricité plus grande que 1,0005, on pourrait *à priori* s'attendre à y trouver :

14400	comètes dont le e serait compris entre	1,0005 et 1,005,	
1440	» »	1,005 et 1,05,	
144	» »	1,05 et 1,5,	
20	» surpasserait la valeur	1,5.	

» Des conclusions analogues se présentent pour toutes les valeurs limitées de q. Remarquons enfin que le surplus des excentricités petites aurait été encore plus considérable, si nous avions introduit la supposition que les valeurs de V deviennent moins probables à mesure qu'elles sont plus grandes, ce qui nécessairement aura lieu après une certaine limite, qu'il est aujourd'hui impossible d'indiquer.

» Pour résumer, on peut dire qu'il y a ici deux conditions à satisfaire :

le q limité et le e considérable, ou ce qui revient au même, le S limité et le V considérable; et il est clair que le concours de ces deux circonstances favorables sera relativement rare.

» Dans la supposition que le Soleil ait un mouvement comparable au mouvement initial des comètes, l'explication devient autre.

» Admettons pour fixer les idées que le mouvement annuel du Soleil soit égal au rayon de l'orbite terrestre. La vitesse initiale moyenne des comètes devra atteindre la même limite pour que leurs aphélies soient distribuées sur toute la sphère.

» Dans ce cas, la vitesse relative des comètes qui suivent le Soleil sera zéro, ce qui rend leurs orbites paraboliques; celle des comètes qui viennent à la rencontre du Soleil sera de 2 unités par an. On en déduit $V = 0,005475$, et on a donc, d'après la première formule citée ci-dessus,

Pour $q = 0,5$,	$e = 1,0507$,
Pour $q = 1,0$,	$e = 1,1013$,
Pour $q = 1,5$,	$e = 1,1520$,
Pour $q = 2,0$,	$e = 1,2026$.

» Il y aurait alors abondance d'hyperboles bien prononcées ayant leurs aphélies situées autour du point qui indique sur la sphère la direction du mouvement du Soleil.

» Or rien de pareil ne se rencontre. Les aphélies des orbites hyperboliques ont peu de tendance à s'arranger autour d'une certaine direction. Puis, les excentricités n'atteignent en général pas la valeur 1,01 pour un q moyen qui s'approche de l'unité.

» La conclusion provisoire à tirer de l'étude des excentricités serait donc que le mouvement annuel du Soleil est probablement inférieur à 0,3 rayons de l'orbite terrestre, c'est-à-dire à $\frac{1}{20}$ du mouvement de révolution de la Terre.

» Cette conclusion serait renversée dès qu'on arriverait à prouver que la vitesse initiale des comètes est une fonction quelconque de leur direction.

» J'ajouterai encore la remarque suivante : Dans les *Monthly Notices of the R. A. S.*, t. XXVI, p. 207, j'ai indiqué une zone pauvre en aphélies cométaires, s'étendant autour du point $\lambda = 169°$, $\beta = +16°$. On pourrait demander si ce phénomène n'indique pas un mouvement du Soleil dans la direction opposée. Je réponds que cette explication, qui d'ailleurs est en contradiction avec les résultats de Herschel, Argelander et Mädler, me pa-

raît peu probable, attendu que les aphélies des hyperboles observées n'ont aucune tendance à s'arranger autour du point $\lambda = 349^\circ$, $\beta = -16^\circ$. Si l'on divise le ciel en deux hémisphères ayant ces deux points pour pôles, on trouve sept aphélies sur l'une, trois aphélies sur l'autre hémisphère, cette dernière contenant le point $\lambda = 349^\circ$, $\beta = -16^\circ$.

» Il ne sera pas superflu enfin d'ajouter encore que, pour les orbites paraboliques, il y a autour de ce dernier point plutôt rareté qu'abondance d'aphélies. »

ASTRONOMIE. — *Découverte d'une nouvelle comète.* Lettre adressée à M. Le Verrier par **M. Winnecke.**

Carlsruhe, 14 juin 1868.

« J'ai découvert une comète, dont voici la position approchée :

Juin 13, minuit.............	$\alpha = 46^\circ 50'$,	$\delta = +47^\circ 18'$
Mouvement diurne....	$+ 2^\circ \pm$	$+ 1^\circ \pm$

» La comète est bien visible dans le chercheur; elle montre une trace de queue et un fort petit noyau dans une lunette de $4\frac{1}{2}$ pouces d'ouverture libre. Aussitôt que j'aurai terminé la réduction de mes mesures, je vous ferai parvenir une position exacte pour la nuit passée. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Études faites en ballon. — Nuages, forme, hauteur, etc.* Note de **M. Flammarion,** présentée par M. Delaunay.

« La multitude des formes revêtues par les nuages, que les météorologistes ont essayé de classer sous huit dénominations distinctes, me paraît être à chaque instant une cause d'erreur pour l'observateur. On ne s'entend généralement pas sur la véritable signification de chaque nom, et au surplus cette signification précise n'a pu être déterminée. C'est pourquoi je me bornerai à deux désignations plus simples et plus spécialement caractéristiques. J'appellerai *cumulo-stratus* les nuages qui couvrent ordinairement la surface du sol, ressemblent à d'énormes bouffées de vapeur grise, à des balles de coton lorsqu'on regarde au zénith, et paraissent se toucher en vertu de la perspective lorsque le regard approche de l'horizon. J'appellerai *cirrus* les petites nuées blanches qui apparaissent dans les hauteurs de l'azur, sont légères, colorées le soir, parfois pommelées, et planent ordinairement sous la forme de filaments déliés. Je laisserai de côté les *stratus*, qui n'existent pas pendant le jour, et paraissent n'être qu'une forme due à la per-

spective, et les *nimbus*, qui ne désignent que l'aspect du nuage au moment où il se résout en pluie. Il n'y aurait ainsi que deux grandes classes spéciales.

» Les premiers, les cumulo-stratus, sont situés à la distance moyenne de 1000 à 1500 mètres de la terre. On en rencontre au-dessous comme au-dessus de ces limites.

» Les seconds, les cirrus, ne sont pas inférieurs à cinq fois cette distance moyenne des premiers.

» Pendant la journée du 23 juin 1867 le temps était resté brumeux, et les nuages s'étendaient comme une immense nappe grise formée de vastes cumulo-stratus. A 5 heures du soir, nous atteignîmes la surface inférieure de cette nappe à la hauteur de 630 mètres. La surface supérieure était à 810 mètres. Ainsi ces nuages, qui ne laissaient pas percer le soleil, n'avaient pas 200 mètres d'épaisseur.

» Le maximum d'humidité relative s'est manifesté sous la surface inférieure des nuages. L'hygromètre, marquant là 90 degrés, marque 89 à 650 mètres, 88 à 680, 87 à 720, 86 à 800, 85 à 840, au-dessus de la surface supérieure des nuages; puis il continue de décroître.

» La chaleur s'accroît, d'autre part, à mesure qu'on s'élève dans le sein des nuages. Le thermomètre, qui marquait 20 degrés au niveau du sol, est descendu jusqu'à 15 à 600 mètres. Entrant dans la nue, il s'élève à 16 à 650 mètres, à 17 à 700, à 18 à 750, à 19 à 810 mètres; puis il décroît à l'ombre et continue d'augmenter au soleil.

» En me reportant à cette première traversée des nuages dans l'aérostat solitaire, je ne puis m'empêcher de notifier ici l'impression qui correspond dans l'âme à ces variations sensibles. En sortant de la sphère inférieure, grise, monotone, sombre et triste, et en s'élevant dans les nues, on éprouve une sensation de joie indéfinissable, résultant sans doute de ce qu'une lumière inconnue se fait insensiblement autour de nous, dans cette région vague qui blanchit et s'illumine à mesure qu'on s'élève dans son sein. Et lorsque, parvenu au niveau supérieur, on voit tout à coup se développer sous ses regards l'immense océan des nuages, on se trouve toujours agréablement surpris de planer dans un ciel lumineux, tandis que la terre reste dans l'ombre. Un effet inverse se produit lorsqu'on redescend sous les nuages. On éprouve quelque tristesse à se voir retomber du ciel dans l'obscurité vulgaire et sous le lourd plafond qui couvre si souvent notre globe.

» Le jour de l'ascension dont je parle, étant resté près de douze heures dans l'atmosphère, j'ai pu renouveler plusieurs fois les expériences relatives au niveau supérieur et inférieur des nuages. Deux heures après l'ob-

servation rapportée plus haut, c'est-à-dire à 7 heures, la surface supérieure était abaissée à 760 mètres, et la surface inférieure à 590 mètres.

» A 8 heures, avant le coucher du soleil, la surface supérieure était à 700 mètres et l'inférieure à 550.

» A 9 heures, les nuages, planant à la même hauteur moyenne, sont plus étendus en nappes légères.

» Dès avant le coucher du soleil ils sont moins épais et plus transparents, il nous arrive souvent de voir la terre au travers.

» Lorsqu'il fait déjà nuit sur la terre, en remontant au-dessus des nuages, on jouit d'une clarté relative qui permet de lire et écrire très-facilement.

» Les indications thermométriques et hygrométriques donnent chaque fois des résultats analogues à ceux que j'ai rapportés plus haut : l'humidité relative maximum est au-dessous du nuage ; dans le sein du nuage l'humidité est moindre et la chaleur plus forte. A 9 heures, par exemple, l'hygromètre marque 96 de 200 mètres à 400 mètres ; puis il descend à 95, 94, 93 et 92 jusqu'à 700 mètres, surface supérieure. Le thermomètre marque 15 degrés à 500 mètres, 16 à 600 ; dans le nuage : 15 à 660, 13 à 710, 12 à 730.

» Les nuages tombent lorsque leur chute n'est pas neutralisée par des courants d'air ascendants. Lorsqu'ils s'élèvent, ils sont évidemment portés par de l'air qui monte lui-même.

» Le 15 juillet 1867, au lever du soleil, j'ai pu observer lentement la formation des nuages au-dessus du bassin du Rhin. Nous voyons le soleil se lever à $3^h 40^m$; l'aérostat plane à 2000 mètres de hauteur au-dessus d'Aix-la-Chapelle. A $4^h 25^m$, des nuages commencent à se former bien au-dessous de nous, dans une zone située à la moitié de notre hauteur environ. La terre, qui jusqu'à ce moment était restée visible, est dérobée ici et là par d'immenses flocons.

» Suspendus légèrement dans le sein de l'atmosphère, les nuages se dissipent sur un point, s'épaississent sur un autre avec une étonnante facilité. De plus, les lambeaux qui flottent de part et d'autre se rapprochent comme par attraction.

» Le soleil devient plus chaud à mesure qu'il s'élève davantage au-dessus de l'horizon, et fait monter notre ballon. Le même effet se produit sur les nuages ; ils s'élèvent sensiblement et relativement plus vite que nous. En une heure ils se sont élevés de 800 mètres, et leur surface supérieure arrive presque à notre nacelle comme un marche-pied.

» Peu à peu ils se fondent avec la même facilité qu'ils sont apparus ; les derniers errent çà et là et disparaissent bientôt.

» Le thermomètre marque 2 degrés.

» L'hygromètre s'est incliné à la sécheresse, allant de 82 à 62, de 1900 à 2400 mètres. En opérant un peu plus tard notre mouvement de descente, nous avons trouvé 90 degrés à 1600 mètres, 98 à 1100, 90 à 706, 84 à 240 et 82 à la surface.

» Le 15 avril dernier, j'ai trouvé les nuages non pas étendus suivant une nappe uniforme, comme je l'ai généralement constaté, mais disséminés à divers étages d'une même zone, et assez rapprochés pour paraître en nappe vus d'en bas. L'altitude moyenne de leur surface inférieure était de 1200 mètres et celle de leur surface supérieure 1450. Cette observation est de $3^h 30^m$. A $5^h 30^m$, la surface inférieure était à 1100 mètres, la supérieure à 1380, et ces nuages étaient beaucoup plus transparents, plus légers et plus rares. Les nuages se fondent souvent par leur partie supérieure et s'épaississent par l'inférieure.

» Lorsqu'on vogue au-dessus de cette région des nuages inférieurs (cumulo-stratus), et que des cirrus planent dans le ciel, ces derniers nuages paraissent aussi élevés au-dessus de l'observateur que s'il n'avait pas quitté la terre. On se trouve de la sorte entre deux cieux bien différents. En arrivant à 4000 mètres, le ciel des cirrus perd sa concavité, et celui des cumulo-stratus se creuse. Lorsque l'atmosphère est pure, le même effet se produit pour la terre, et l'on est surpris de voir sous ses pieds une surface concave au lieu d'une surface convexe.

» Que les nuages soient dus à la condensation de l'*humidité relative* de l'air, c'est ce qui paraît résulter de toutes les observations faites sur ce point : des courants ascendants s'exhalent d'une région humide et traversent une certaine zone qui rend visible leur vapeur invisible. Un jour que nous passions en ballon au-dessus de la forêt de Villers-Coteret, nous avons été fort surpris de voir pendant plus de vingt minutes un petit nuage, qui pouvait avoir 200 mètres de long sur 150 de large, et qui était suspendu *immobile* à 80 mètres environ au-dessus des arbres. En approchant, nous en vîmes bientôt cinq ou six plus petits, disséminés et également immobiles. Cependant l'air marchait en raison de 8 mètres par seconde : quelle ancre invisible retenait ces petits nuages? En arrivant au-dessus, nous reconnûmes que le principal était suspendu au-dessus d'une pièce d'eau, et que les autres marquaient le cours d'un ruisseau.

» Relativement à la formation des brouillards, je dirai que lorsqu'on arrive en ballon, au lever de l'aurore, sur des paysages inconnus, on reconnaît facilement les vallées d'avec les plateaux, selon leurs teintes : tandis

que les plateaux restent noirs les vallées grisonnent et blanchissent. La vapeur d'eau y est visiblement condensée, et en descendant j'ai ordinairement constaté qu'à ce moment l'air y est plus froid que sur les plateaux. C'est ce que j'ai spécialement constaté entre autres, le 19 juin 1867, à 3 heures du matin, en descendant dans la vallée de la Touque (Orne). Le thermomètre s'abaissa de 11 degrés à 6 de 400 mètres au niveau du sol; et le 24 juin, à 4 heures du matin, en descendant dans la vallée de la Charente, le thermomètre s'abaissa de 16 degrés à 14 de 300 mètres au niveau du sol. Dans ces deux circonstances il y avait un maximum d'humidité à la surface, sans préjudice du maximum général signalé précédemment (p. 1052).

» En résumé, la hauteur moyenne des deux couches principales de nuages est celle que j'ai signalée au commencement de cette Note. Le maximum d'humidité n'est pas dans leur sein, mais dans le plan de leur surface inférieure. La température à l'ombre est plus élevée dans les nuages cumulo-stratus qu'au-dessous comme au-dessus d'eux. Ces nuages ne sont pas autre chose qu'un état visible de la vapeur d'eau répandue dans l'air sous forme ordinairement invisible. Ils marchent avec l'air et peuvent redevenir invisibles en traversant certaines régions. Leur hauteur varie selon les heures; c'est vers le milieu du jour qu'elle est la plus élevée. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouvel alcool isomérique avec l'alcool caprylique.* Note de **M. P. de Clermont**, présentée par M. Wurtz.

« Mes premières recherches sur les composés de la série caprylique ont porté sur le glycol caprylique (*Comptes rendus*, t. LIX, p. 80) et ses dérivés; ce travail a été continué, et je demande la permission d'exposer à l'Académie les résultats de mes expériences sur un nouvel alcool obtenu avec le caprylène. On se rappelle que M. Wurtz a fait voir, il y a cinq ans (*Comptes rendus*, t. LV, p. 370), que l'iodhydrate d'amylène traité par l'oxyde d'argent humide donnait naissance à un isomère de l'alcool amylique; il a montré en même temps qu'un certain nombre d'hydrogènes carbonés pouvaient être transformés en alcools, qu'il a nommés *hydrates*. Il a constaté de plus que l'iodhydrate de caprylène traité par l'oxyde d'argent et l'eau régénérait l'hydrogène carboné en ne produisant que des traces d'un corps oxygéné. Après avoir repris ces expériences dans le laboratoire même de M. Wurtz, j'ai obtenu quelques composés nouveaux qui me paraissent de nature à fixer un instant l'attention de l'Académie.

» *Iodhydrate de caprylène.* — Il se produit lorsqu'on fait chauffer au bain-marie en vase clos du caprylène avec une solution d'acide iodhydrique saturée à zéro; au bout de quelques heures la réaction est achevée, les deux liquides ont changé de densité, l'iodhydrate de caprylène plus lourd que l'acide iodhydrique affaibli est au fond du matras. On sépare les deux couches, on lave l'iodhydrate de caprylène formé, d'abord avec de l'eau, puis avec une lessive de potasse faible, et on dessèche sur du chlorure de calcium. Le liquide est soumis à la distillation fractionnée dans le vide, ce qui passe à 120 degrés constitue l'iodhydrate pur. C'est un liquide huileux d'un jaune ambré, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et l'éther; il se décompose à la lumière en même temps que de l'iode est mis en liberté; à la longue, l'altération est plus profonde et il se forme une matière charbonnée noire. Sa densité est égale à 1,33 à zéro et à 1,314 à 21 degrés.

» L'iodhydrate de caprylène coloré par l'iode est instantanément décoloré à froid par le mercure, et il se produit de l'iodure de mercure vert.

» *Bromhydrate de caprylène.* — Lorsqu'on fait agir l'acide bromhydrique concentré sur du caprylène dans les mêmes circonstances que l'acide iodhydrique, il se produit du bromhydrate de caprylène. C'est un liquide incolore dont le point d'ébullition dans le vide est moins élevé que celui de l'iodhydrate. Le bromhydrate, pas plus que l'iodhydrate, ne donne de résultats favorables, lorsqu'on le traite par l'oxyde d'argent humide.

» L'iodhydrate présentant plus de netteté dans les réactions, je m'en suis servi de préférence au bromhydrate dans mes expériences.

» *Acétate de caprylène.* — Lorsqu'on ajoute de l'iodhydrate de caprylène à de l'acétate d'argent délayé dans de l'éther, il se produit une vive réaction: de l'iodure d'argent prend naissance, il se forme une certaine quantité de caprylène et d'acide acétique; mais en même temps, on obtient un composé qui est de l'acétate de caprylène. On a soin dans l'opération de mettre pour une molécule d'acétate d'argent une molécule d'iodhydrate. Le mélange est épuisé par l'éther, qui dissout tous les produits liquides; on chasse l'éther par la distillation, on traite le résidu par l'eau et le carbonate de soude pour dissoudre l'acide acétique, et on dessèche par le chlorure de calcium. On obtient ainsi un liquide qui est soumis à la distillation fractionnée pour éliminer le caprylène; on a finalement l'acétate de caprylène pur. C'est un liquide incolore, d'une odeur de fruits agréable, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et l'éther. Sa densité est égale à 0,822 à zéro, et à 0,803 à 26 degrés. Son point d'ébullition est inférieur à celui de l'acétate de capryle de M. Bouis, qui est situé à 193 degrés. Les produits qui ont servi à

établir la constitution de l'acétate de caprylène provenaient d'opérations différentes, l'un bouillant de 163 à 176 degrés, et l'autre de 170 à 180 degrés. On s'est assuré qu'on avait affaire à un acétate : à cet effet, le liquide a été chauffé à 180 degrés en tubes scellé avec de la potasse caustique et un peu d'eau; on a ajouté de l'eau au mélange, et la couche aqueuse distillée avec de l'acide sulfurique a fourni un liquide qui, neutralisé par l'oxyde d'argent, a donné un sel blanc présentant les caractères et la composition de l'acétate d'argent.

» *Hydrate de caprylène.* — Lorsqu'on distille au bain d'huile de l'acétate de caprylène avec une quantité équivalente de potasse caustique, récemment calcinée et finement pulvérisée, il se produit de l'acétate de potasse et de l'hydrate de caprylène. On soumet le distillé à des rectifications, car une partie de l'acétate se décompose en acide acétique et caprylène. L'hydrate purifié par des distillations fractionnées a été analysé, et les chiffres obtenus ont conduit à la formule $C^8H^{18}O$. Le liquide dont l'analyse a été faite bouillait de 174 à 178 degrés. L'hydrate de caprylène est un liquide transparent, incolore, très-mobile, non oléagineux, ne tachant pas le papier, d'une odeur aromatique, d'une saveur brûlante et persistante. Il est inflammable et brûle avec une flamme éclairante. Il est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et l'éther. Sa densité est égale à 0,811 à 0 degré et à 0,793 à 23 degrés. Chauffé pendant vingt heures à 280 degrés il ne subit aucune altération. L'acide chlorhydrique gazeux ne paraît pas le décomposer; mais, chauffé avec une solution concentrée d'acide chlorhydrique en tube scellé, l'hydrate de caprylène donne naissance à du chlorhydrate de caprylène. Ce serait là un nouvel isomère du chlorure de capryle de M. Bouis, un autre ayant été décrit par M. Schorlemmer (*Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. CXLIV, p. 190; 1867), qui l'a obtenu en traitant l'amyle-isopropyle par le chlore.

» On a chauffé en tube scellé au bain-marie de l'hydrate de caprylène avec un excès d'acide iodhydrique saturé à 0 degré, au bout de quelques heures il s'est produit de l'iodhydrate de caprylène. On s'est assuré qu'il bouillait à 120 degrés dans le vide, et un dosage d'iode a conduit à la constitution de l'iodhydrate.

» Lorsqu'on ajoute une molécule de brome à une molécule d'hydrate de caprylène, le brome est absorbé, et il se produit un liquide rouge, en même temps qu'il s'élimine de l'eau. Ce mélange étant chauffé pendant quelques heures au bain-marie, la réaction s'achève, et on obtient un liquide huileux plus dense que l'eau, qu'on lave avec de l'eau, de la potasse faible

et qu'on dessèche avec du chlorure de calcium. Soumis à la distillation dans le vide, ce produit fournit différents liquides, parmi lesquels on a constaté la présence du bromhydrate et du bromure de caprylène.

» Les propriétés ainsi que les réactions des composés que je viens de décrire permettent d'admettre qu'ils diffèrent de ceux découverts par M. Bouis. Si les écarts sont ici moins prononcés que pour les premiers termes de la série grasse, cela tient sans doute à ce que le nombre des isomères possibles augmentant à mesure que la molécule se complique, les différences aussi deviennent de moins en moins notables.

» Les limites des propriétés tant chimiques que physiques restant peut-être les mêmes dans toute la série grasse pour chaque terme, on conçoit que ces différences deviennent de moins en moins saillantes, lorsqu'on passe d'un isomère à l'autre et que ces isomères sont plus nombreux. Si l'on classe les isomères d'un même composé, on comprend qu'il y en ait qui se rapprochent, d'autres au contraire qui s'éloignent beaucoup par leurs propriétés; il semblerait que l'alcool caprylique de M. Bouis et l'hydrate de caprylène constituent deux isomères assez voisins pour que les différences soient moins prononcées que celles qui existent par exemple entre l'alcool amylique et l'hydrate d'amylène.

» Je me propose du reste de poursuivre ces recherches dont j'aurai l'honneur de soumettre ultérieurement les résultats à l'Académie. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les carbylamines*. Note de **M. A. Gautier**, présentée par M. Wurtz.

« Dans cette Note, je me suis proposé de donner quelques nouvelles preuves de la constitution que j'ai attribuée aux carbylamines, en même temps que de déterminer plus clairement le mode de liaison et la capacité atomique des éléments qui les composent.

» *Action de l'eau.* — L'eau dissout en petite quantité l'éthylcarbylamine; mais la méthylcarbylamine s'y dissout à froid en proportion plus grande ($\frac{1}{10}$ environ à 15 degrés). Les solutions salines neutres, spécialement celles des sels ammoniacaux, dissolvent ces corps beaucoup mieux sans leur faire subir de notable altération. Si l'on porte à 180 degrés pendant dix à douze heures la méthyle- ou l'éthylcarbylamine avec un excès d'eau, la couche de carbylamine disparaît peu à peu, et l'ensemble des deux liquides subit une contraction de près de $\frac{1}{9}$ du volume total. On a ouvert les tubes scellés, et on s'est assuré qu'il n'existait ni gaz, ni excès de méthyle ou d'éthyl-

carbylamine non attaquée. Ce liquide a été alors traité par un excès de potasse caustique, et on a recueilli avec soin dans l'acide chlorhydrique les gaz alcalins qui se forment; enfin on a évaporé cette solution. Dans le cas de la méthylcarbylamine, le chlorhydrate ainsi obtenu se dissolvait entièrement dans l'alcool absolu bouillant, qui laissait par refroidissement déposer des lamelles irisées. Nous avons fait l'analyse du chloroplatinate des premières parties cristallisées et des dernières. Nous avons trouvé :

Dernières parties, Pt = 41,24,
Premières parties, Pt = 41,55, C = 4,89, H = 2,82,

au lieu de

Pt = 41,56, C = 5,07, H = 2,53,

qu'indique la théorie pour le chloroplatinate de méthylamine. Dans le cas de l'éthylcarbylamine, le chlorhydrate obtenu était soluble, presque en entier, dans l'alcool froid, et le sel dissous fusible vers 80 degrés. Son chloroplatinate a donné à l'analyse :

Pt = 39,21, C = 9,50, H = 3,3,

au lieu de

Pt = 39,23, C = 9,63, H = 2,3,

que demande la théorie pour le chloroplatinate d'éthylamine.

» Le résidu, d'où les bases avaient été chassées par la potasse, a été évaporé au bain-marie après l'avoir saturé exactement par l'acide sulfurique. On l'a repris alors par l'alcool à 90 degrés bouillant, qui n'a dissous qu'une faible quantité de sels; mais ce traitement devait séparer l'acétate ou le propionate de potasse, s'il s'en produit, de la plus grande masse du formiate de potasse insoluble dans l'alcool. On s'est assuré que, dans les deux cas, une très-faible portion du sel de potasse se dissolvait dans l'alcool. Ce liquide alcoolique a été évaporé et distillé avec un excès d'acide sulfurique; le résultat de la distillation a été bouilli avec de l'oxyde de mercure pour détruire le formiate, traité par l'hydrogène sulfuré, bouilli, filtré et saturé par l'oxyde d'argent, qui n'a pas donné d'acétate dans le cas de la méthylcarbylamine, et seulement une trace de propionate dont on a dosé l'argent dans le cas de l'éthylcarbylamine. Nous pensons que cette quantité insignifiante est due à un peu de propionitrile ordinaire qui se trouvait dans l'éthylcarbylamine primitive; mais la majeure partie de la potasse s'est retrouvée à l'état de formiate. Nous avons décrit cette expérience avec quelques détails, car elle est fondamentale non-seulement pour démontrer

l'isomérie de ces corps, mais aussi pour déterminer leurs générateurs, et faire voir péremptoirement que ni la chaleur ni l'eau ne paraissent leur faire subir de changements moléculaires.

» La réaction de l'eau se passe donc comme il suit :

$$\underbrace{Az\left\{\begin{matrix}CH^3\\C\end{matrix}\right.}_{\text{Méthylcarbylamine.}} + 2H^2O = \underbrace{Az\left\{\begin{matrix}CH^3\\H^3\\OCHO\end{matrix}\right.}_{\text{Formiate de méthylamine.}} \quad \text{et} \quad \underbrace{Az\left\{\begin{matrix}C^2H^5\\C\end{matrix}\right.}_{\text{Éthylcarbylamine.}} + 2H^2O = \underbrace{Az\left\{\begin{matrix}C^2H^5\\H^3\\OCHO\end{matrix}\right.}_{\text{Formiate d'éthylamine.}}$$

» *Action des alcalis fixes.* — La potasse concentrée n'attaque ces corps que très-difficilement à 100 ou 120 degrés. Il faut les chauffer à 180 degrés et pendant le même nombre d'heures qu'avec l'eau, l'alcali ne paraît pas hâter leur hydratation. On a agi comme dans le cas précédent et avec les mêmes précautions; il ne se forme qu'une trace d'ammoniaque. Le chloroplatinate de la base analysée a donné, dans le cas de la méthylcarbylamine,

$$Pt = 41,50,$$

au lieu de

$$Pt = 41,56,$$

que demande la formule du chloroplatinate de méthylamine. Dans le cas de l'éthylcarbylamine, on a obtenu

$$Pt = 39,19, \quad C = 9,52, \quad H = 3,51,$$

au lieu de

$$Pt = 39,23, \quad C = 9,63, \quad H = 2,3,$$

que demande la théorie pour le chloroplatinate d'éthylamine.

» On a repris ensuite le résidu d'où ces bases avaient été chassées par ébullition, on l'a additionné d'un excès d'acide phosphorique et distillé. Le résultat de cette distillation a été traité par une bonne quantité d'acide phosphorique vitreux. Une couche s'est séparée à la surface, on l'a recueillie et distillée. Elle bouillait presque entièrement à 100 degrés. C'était de l'acide formique monohydraté, comme on s'en est assuré par toutes ses propriétés.

» Dans le cas de l'éthylcarbylamine, ce liquide bouillait presque complétement à 100 degrés; une très-faible portion passait de 100 à 106 degrés, rien au-dessus de cette température. On peut donc affirmer, encore une fois, que l'acide propionique, bouillant à 140 degrés, ne se produit pas

dans l'hydratation en présence de la potasse de l'éthylcarbylamine, pas plus qu'il ne se produit par l'hydratation par l'eau pure, comme on l'a démontré plus haut par une autre méthode.

» *Action des hydracides.* — L'acide chlorhydrique sec réagit très-puissamment sur l'éthylcarbylamine (je ne parlerai que de cette base dans ce qui va suivre, mais les mêmes faits généraux se reproduisent avec la méthylcarbylamine). L'action du gaz acide est, on peut le dire, impossible à modérer; l'éthylcarbylamine l'absorbe à 20 degrés avec une telle avidité que le résidu devient brun et poisseux.

» Pour modérer l'action, on verse goutte à goutte une solution extemporanée d'acide chlorhydrique, ou bromhydrique dans l'éther anhydre, dans une solution éthérée bien refroidie d'éthylcarbylamine, tant qu'il se produit un louche. On obtient ainsi une masse blanche cristallisée, mêlée d'un corps huileux que l'on peut séparer par expression. Si l'on a laissé le mélange s'échauffer, le chlorhydrate ou bromhydrate de carbylamine forment une huile ambrée qui se prend au bout de quelques jours en jolis cristaux prismatiques.

» Le chlorhydrate d'éthylcarbylamine forme des lamelles blanches, inodores, acides et amères au goût, nacrées, très-hygrométriques, très-solubles dans l'eau et l'alcool absolu, qui les décomposent aussitôt en donnant de l'acide formique; il est à peu près absolument insoluble dans l'éther.

» Traité par la potasse caustique un peu concentrée, si l'on évite avec le plus grand soin l'élévation de température, le chlorhydrate d'éthylcarbylamine subit une réaction complexe. En même temps qu'il se régénère une certaine quantité de l'éthylcarbylamine primitive, et, par une hydratation complète, du formiate de potasse et de l'éthylamine, le produit principal de la réaction consiste en un liquide sirupeux, ambré, qui vient surnager, qu'on sépare, qu'on sèche et qu'on distille. Il bout presque en entier à 200 degrés. Il est doux, neutre, soluble en toutes proportions dans l'eau, l'alcool, l'éther, inattaqué à froid par la potasse, transformé par elle à chaud en éthylamine et formiate. Ce sont là toutes les propriétés de l'éthylformiamide découverte par M. Wurtz. C'est ce qu'a confirmé l'analyse suivante :

$$C = 48{,}81, \quad H = 10{,}26, \quad Az = 19{,}24, \quad O\ (\text{par diff.}) = 22{,}69;$$

théorie pour $Az \left\{ \begin{array}{l} C^2H^5 \\ CHO \\ H \end{array} \right.$

$$C = 49{,}31, \quad H = 9{,}59, \quad Az = 19{,}18, \quad O = 21{,}92.$$

» Ainsi par l'action successive de l'acide chlorhydrique et de la potasse, l'hydratation de l'éthylcarbylamine se modère; une seule molécule d'eau vient s'ajouter à elle, et l'on obtient le terme intermédiaire $Az \left\{ \begin{array}{l} C^2H^5 \\ CHO, \\ H \end{array} \right.$ témoin irrécusable du mode de liaison direct du carbone provenant du cyanure primitif avec l'azote et non avec le carbone de l'éthyle. La réaction de la potasse sur le chlorhydrate se passe donc d'après l'équation

$$Az \left\{ \begin{array}{l} C^2H^5 \\ C \end{array} \right. ,HCl + KHO = KCl + Az \left\{ \begin{array}{l} C^2H^5 \\ COH. \\ H \end{array} \right.$$

» J'ajouterai que, par l'action du gaz chlorhydrique sec et de la potasse sur les carbylamines, il se produit en même temps une faible proportion d'un corps alcalin bouillant au-dessus de 200 degrés, et qui paraît contenir des polymères des carbylamines.

» *Action des iodures alcooliques.* — La méthyle- et l'éthylcarbylamine se combinent à la température ordinaire aux iodures de méthyle et d'éthyle pour donner des iodures de carbylamoniums. Cette réaction les sépare par une nouvelle et importante propriété des nitriles anciens, qui ne se combinent, comme je l'ai déjà dit, à aucune température avec les iodures alcooliques; elle les fait rentrer dans la classe des amines alcooliques. Je me propose, dans une prochaine Note, de donner le résultat de mes recherches sur ces composés. Je puis annoncer aussi que je suis parvenu à oxyder très-aisément, soit par l'oxyde d'argent, soit par celui de mercure, les éthyle- et méthylcarbylamines, et que j'ai obtenu un certain nombre de combinaisons, soit liquides, soit cristallines, dont quelques-unes m'ont donné à l'analyse des résultats très-nets, que je me propose de publier quand j'aurai fait de tous ces corps une étude plus approfondie.

» Je continue ces travaux au laboratoire de M. Wurtz. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur la chlorophylle.* Note de **M. E. Filhol**, présentée par M. Wurtz.

« 1° Tous les modes de préparation de la chlorophylle qui comportent l'emploi des acides ont pour effet de décomposer cette substance et fournissent non la chlorophylle elle-même, mais les produits qui résultent de sa décomposition.

» 2° Les acides organiques, dont l'action est moins vive, détruisent la

couleur verte des solutions de chlorophylle et la dédoublent en deux matières, dont l'une se sépare à l'état solide, sous forme de flocons noirs, tandis que l'autre reste en dissolution et est d'un beau jaune.

» 3° La matière jaune se dédouble elle-même au contact de l'acide chlorhydrique concentré en une substance solide qu'on peut isoler par filtration, et qui est jaune, et une substance bleue qui reste dissoute. Cette dernière devient jaune quand on sature l'acide qui l'a produite.

» 4° La matière solide jaune qui se sépare au moment où l'acide chlorhydrique détermine la production de la couleur bleue contracte elle-même la propriété de devenir bleue sous l'influence des acides lorsqu'on la fait bouillir pendant quelques minutes au contact de l'air avec une petite quantité de potasse, de soude ou de baryte.

» 5° Les parties vertes des plantes renferment toujours, en même temps que la chlorophylle, les deux substances jaunes dont il vient d'être question. Il est aisé de se les procurer sans l'intervention des acides. Il suffit pour cela de traiter les solutions de chlorophylle par du noir animal, employé en quantité insuffisante pour décolorer entièrement le liquide; on arrive après quelques tâtonnements à trouver la dose convenable, et à obtenir une liqueur filtrée franchement jaune qui se comporte avec l'acide chlorhydrique comme celle qu'on eût obtenue en décomposant la chlorophylle par un acide organique.

» Ces deux matières jaunes existent donc à l'état libre à côté de la chlorophylle dans toutes les plantes. On peut à volonté obtenir la portion qui préexiste ou bien à la fois celle qui préexiste et celle qui provient de la décomposition de la chlorophylle par les acides organiques.

» 6° Les jeunes pousses de certaines variétés de fusain qui sont cultivées comme plantes d'ornement contiennent les deux substances jaunes dont je viens de parler, sans la moindre trace de chlorophylle.

» 7° La matière solide brune qui se sépare quand on ajoute de l'acide oxalique à une solution chlorophylle est riche en azote; elle est identique avec celle que MM. Miller et Morot ont décrite et analysée comme constituant la chlorophylle pure.

» 8° Les solutions de cette matière brune possèdent à un très-haut degré le dichroïsme qu'on observe dans les dissolutions de chlorophylle. Les solutions de matière jaune ne jouissent pas de cette propriété.

» 9° Les solutions de matière brune prennent sous l'influence des alcalis caustiques et de l'air une teinte jaune-orangé qui ne dure que peu de temps et deviennent ensuite franchement vertes en absorbant de l'oxygène.

» 10° Certains oxydes métalliques, et surtout l'oxyde de zinc en dissolution dans la potasse caustique, favorisent l'oxydation de la matière brune et la transforment en une matière verte dont la nuance est remarquablement belle. On peut précipiter cette matière verte sur les tissus, au moyen d'un acide organique, et obtenir des teintes magnifiques; malheureusement cette matière se détruit rapidement sous l'influence de l'air et de la lumière.

» 11° Les feuilles des plantes qui sont colorées sur toute leur surface en rouge, en brun ou en violet, sont toujours vertes en dessous au printemps et toujours jaunes en automne. On peut s'en assurer au moyen d'un mélange d'acide sulfureux et d'éther, qui, décolorant la cyanine placée dans les cellules superficielles, laisse apparaître le vert ou le jaune situé au-dessous. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Recherches sur la combustion de la houille. Analyses des produits gazeux de la combustion de la houille du bassin de Saarbruck.* Note de **MM. A. Scheurer-Kestner** et **Ch. Meunier**, présentée par M. Balard.

« Dans une première Note (1), l'un de nous a fait connaître des analyses des produits gazeux de la combustion de la houille de Ronchamp.

» Nous avons fait la même étude sur les produits gazeux de la combustion de la houille de Saarbruck.

» Nos expériences ont porté jusqu'ici sur quatre sortes différentes de ce bassin. La houille a été brûlée sur la grille et sous les chaudières qui avaient été employées pour l'étude de la houille de Ronchamp; par conséquent, absolument dans les mêmes conditions. Nous avons fait usage aussi du même appareil pour la prise des gaz, et nos analyses ont porté sur des échantillons gazeux représentant la moyenne des gaz brûlés, produits par quelques centaines de kilogrammes de houille. Un dosage de noir de fumée a été fait sur un échantillon provenant d'une combustion faite dans les conditions ordinaires.

» En général, nous avons reconnu que la houille de Saarbruck produit, à conditions égales, un peu plus de gaz combustibles, et surtout d'oxyde de carbone, que celle de Ronchamp, sans cependant fournir des nombres considérables; et nous pouvons répéter ce que l'un de nous avait dit dans la Note citée : « que la perte éprouvée par le dégagement de carbone » à l'état de fumée et de gaz combustibles est moins considérable qu'on » ne l'a dit, et qu'il est peu probable que des foyers spéciaux puissent apporter une économie par suite de leur fumivorité. »

(1) *Comptes rendus*, t. LXVI, p. 1047.

NATURE de LA HOUILLE.	AIR en EXCÈS.	COMPOSITION DES GAZ EN CENTIÈMES.						PAR KILOGRAMME DE HOUILLE.								CENDRES en 100 de houille.	TEMPÉRATURE des gaz à la sortie.	HOUILLE brûlée par heure et par décimètre de grille.
					GAZ COMBUSTIBLES.			CARBONE						HYDROGÈNE.				
								A L'ÉTAT D'OXYDE.		A L'ÉTAT D'HYDROCARBURE.		TOTAL.						
		AZOTE.	ACIDE carbonique.	OXYGÈNE.	OXYDE de carbone	VAPEUR de carbone	HYDROGÈNE.	Quantités.	Centièmes du carbone.	Quantités.	Centièmes du carbone.	Quantités.	Centièmes du carbone.	Quantités.	Centièmes de l'hydrogène.			
Friederichstahl.	21,85	80,09	13,75	4,59	"	0,71	0,86	"	"	"	"	gr 74,18	10,60	gr 7,45	18,60	18,48	137°,30	0,450
Id.	35,29	80,72	11,30	7,43	"	0,29	0,26	"	"	"	"	33,66	4,81	2,50	6,21	18,48	"	0,450
Duttweiler. ...	23,75	80,88	12,88	5,00	0,41	0,30	0,53	gr 18,93	2,71	gr 31,72	4,54	50,65	7,22	4,65	11,61	16,61	153,50	0,450
Louisenthal....	36,17	80,44	11,91	6,67	0,65	0,18	0,15	33,10	4,60	21,00	2,92	54,00	7,50	1,44	3,60	16,61	145,70	0,450
Altenwald.....	16,06	80,75	13,80	3,38	0,60	0,92	0,55	25,90	3,61	91,00	12,61	116,90	16,27	4,55	11,29	13,53	165,70	0,450

» Le dosage du noir de fumée a été fait sur les produits de la combustion de la houille d'Altenwald. Les gaz renfermaient 6,16 pour 100 d'oxygène libre, et ont fourni environ 2 centièmes du carbone de la houille, en noir de fumée (40 litres de gaz ont produit $0^{gr},077$ de carbone).

» Il résulte de nos expériences que, lorsque les gaz brûlés ne renferment que 16 à 20 pour 100 d'air en excès, la perte du carbone en gaz combustibles représente 10 à 16 centièmes du carbone de la houille consumée, tandis que, dans les mêmes conditions, la houille de Ronchamp n'a donné que 6 à 8 centièmes.

» Cette perte ne paraît pas pouvoir être réduite au-dessous de 5 à 7 centièmes avec l'alimentation d'air habituelle donnant 30 à 35 pour 100 d'air en excès.

» Pour l'hydrogène c'est le contraire qui a lieu, la houille de Saarbruck en fournit moins que la houille de Ronchamp; de sorte qu'une partie de la perte du carbone se trouve compensée par la diminution sur la perte de l'hydrogène.

» En résumé, il convient d'employer avec la houille de Saarbruck une alimentation d'air un peu plus considérable que pour la houille de Ronchamp. En employant 10 à 12 mètres cubes d'air par kilogramme de houille, la première donne 5 à 7 centièmes de perte sur le carbone, tandis que la seconde ne donne que 4 à 5 centièmes. Inversement, la perte en hydrogène varie entre 4 et 12 centièmes pour la houille de Saarbruck, tandis qu'elle oscille entre 10 et 20 centièmes pour celle de Ronchamp.

» Enfin, le dégagement du carbone à l'état de noir de fumée, tout en dépassant celui produit par la houille de Saarbruck, est de peu d'importance. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les anthérozoïdes des Mousses.* Note de **M. E. Roze**, présentée par M. Brongniart.

« Les résultats de mes premières recherches sur les anthérozoïdes des Mousses m'avaient conduit à émettre cette opinion (1), que ces organes fécondateurs étaient constitués par un filament bicilié, à deux tours de spire, auquel adhérait, mais seulement durant leur motilité, un amas de granules amylacés. J'ai été assez heureux, ce printemps, au moyen du puissant objectif à immersion n° 15 de M. Hartnack, pour reconnaître que ces granules, au lieu d'être immédiatement fixés sur la spire ciliée, se

(1) *Bulletin de la Société botanique de France*, t. XI, p. 107, 113 et 293.

trouvent renfermés dans une vésicule plasmique, hyaline, qui est soudée elle-même au filament spécial par une sorte d'adhérence tangentielle.

» Sous un grossissement de 1500 diamètres, cette vésicule se discerne manifestement, d'abord par son contour sphéroïdal, puis par le très-vif mouvement moléculaire des granules qu'elle contient. De même que les vésicules plasmiques des anthérozoïdes des autres classes de Cryptogames, elle se gonfle dans l'eau ambiante aussitôt après l'inertie de la spire ciliée; puis elle éclate soudain, laissant les granules amylacés continuer au sein du liquide cette vive trépidation moléculaire qui semble coïncider normalement, dans la vésicule, avec la cessation des mouvements ciliaires.

» Je demanderai la permission de faire remarquer ici que, sauf l'existence de cette paroi vésiculaire de plasma, qui, par suite de sa transparence et du très-petit diamètre de la vésicule, n'est visible qu'à l'aide des plus puissantes lentilles, les autres faits que j'avais signalés sur les anthérozoïdes des Mousses ne sont nullement modifiés. Il résulte seulement de ce fait nouveau, que les anthérozoïdes de toutes les classes de Cryptogames présentent, non-seulement un organe de locomotion, mais encore un appendice vésiculaire rempli d'un liquide plasmique contenant en suspension, soit des granulations non analysables, soit des granules amylacés.

» Au surplus, je dois ajouter que la constatation du fait dont il s'agit ici avait été prévue antérieurement par M. Ad. Brongniart, qui regardait avec raison comme devant être générale, dans les Muscinées, l'existence de cette vésicule plasmique que m'avaient offerte déjà les anthérozoïdes des Hépatiques et ceux des Sphaignes.

» Mes récentes observations ont été faites, et sur les anthérozoïdes encore enfermés dans leurs cellules mères de divers genres de Polytrichacées (*Atrichum, Pogonatum, Polytrichum*), et sur les anthérozoïdes libres des *Bryum capillare* et *pseudotriquetrum*, du *Minum hornum*, et de l'*Hypnum cupressiforme*. »

M. C. Saix envoie une rectification à la « Théorie de la pile » qu'il a adressée dans la précédente séance.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Mécanique, par l'organe de son doyen, M. le baron **Ch. Dupin**, présente la liste suivante de candidats à la place laissée vacante dans son sein par suite du décès de M. *Foucault* :

En première ligne. . . . . M. **Phillips**.
En deuxième ligne. . . . . M. **Reech**.
En troisième ligne, ex æquo, *et par ordre alphabétique*. . M. **Bresse**. M. **Resal**. M. **Rolland**. M. **Tresca**.

Les titres de ces candidats sont discutés.
L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures trois quarts. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 15 juin 1868, les ouvrages dont les titres suivent :

Précis de Chimie industrielle; par M. A. Payen, 5e édition. Paris, 1867; 2 vol. in-8° avec atlas.

Direction générale des forêts. — Météorologie forestière, années 1866-1867; 2 brochures in-8°, sans lieu ni date. (2 exemplaires.) (Présenté par M. Becquerel.)

Bulletin de la Société impériale de Chirurgie de Paris pendant l'année 1867, t. VIII, 2e série. Paris, 1868; in-8°.

Études sur l'Exposition de 1867. — *Annales et archives de l'industrie au* XIXe *siècle, publiées sous la direction de* M. E. Lacroix, 26e et 27e fascicules, t. VI. Paris, 1868; grand in-8° avec planches.

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 JUIN 1868.

PRÉSIDENCE DE M. DELAUNAY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Après le dépouillement de la correspondance par M. le Secrétaire perpétuel, **M. le Président** se lève et dit :

« Messieurs,

» J'ai aujourd'hui une bien agréable mission à remplir.

» Nous avons le bonheur de posséder parmi nous deux vénérables et vénérés confrères qui siégent à l'Académie depuis cinquante ans et plus. M. Mathieu a été élu en 1817; M. Dupin l'a été en 1818.

» Quelques Membres de l'Académie ont eu l'idée de fêter leur cinquantaine en leur faisant frapper à chacun une médaille commémorative (1). Cette idée a été accueillie avec empressement, je puis dire même avec en-

---

(1) Ces médailles, frappées chacune à l'effigie du Membre auquel elle est offerte, portent les inscriptions suivantes :

A Louis Mathieu, *après* 50 *années d'heureuse confraternité, les Membres de l'Académie des Sciences, ses collaborateurs, ses amis.*

A Charles Dupin, *après* 50 *années d'heureuse confraternité, les Membres de l'Académie des Sciences, ses collaborateurs, ses amis.*

thousiasme. La liste de souscription a été couverte immédiatement des signatures d'un grand nombre de Membres de l'Académie. L'Empereur lui-même a voulu s'y associer.

» Les médailles ont été frappées. Elles sont ici sur le Bureau de l'Académie.

» Je me félicite de ce que ces circonstances se sont présentées sous ma présidence. Je suis heureux de me trouver chargé par les Membres de l'Académie de remettre à MM. Mathieu et Dupin ce témoignage de la sympathie de leurs confrères. J'en suis d'autant plus heureux que je ne puis oublier que l'un d'eux, M. Mathieu, m'a pour ainsi dire pris par la main pour me faire sortir des bancs des écoles et m'introduire dans la carrière scientifique. »

Après avoir remis les médailles à MM. Mathieu et Dupin, M. Delaunay ajoute :

« Il ne me reste plus qu'un mot à dire : je veux exprimer le vif désir que nous éprouvons tous de voir nos deux vénérables doyens prendre part pendant longtemps encore aux travaux de notre Académie. »

M. Mathieu s'exprime alors comme il suit :

« Monsieur le Président, je suis très-reconnaissant et profondément touché de ce haut témoignage d'affectueuse confraternité. Dans toutes les positions où j'ai été appelé, j'ai toujours suivi les inspirations de ma conscience, et toujours je me suis efforcé d'accomplir scrupuleusement mes devoirs. Cette médaille est pour moi la récompense la plus douce d'une longue carrière de labeur. Je suis heureux de la recevoir des mains d'un ami, des mains du digne Président de l'Académie. »

M. le baron Charles Dupin se lève ensuite et dit :

« Mes illustres Confrères, saisi que je suis d'une profonde émotion, je ne saurais exprimer tout ce que mon cœur éprouve de reconnaissance et de bonheur pour le témoignage d'estime et d'affection que vous daignez accorder à cinquante ans de travaux partagés avec vous. Commandé trop souvent par des devoirs publics et par des voyages entrepris dans l'intérêt de la science et de ses applications, je n'ai jamais cessé, par mes faibles efforts, de concourir au soutien de l'honneur de l'Académie, à la propagation de ses lumières, comme à la gloire de ses choix, à l'importance de ses déterminations. »

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Théorème relatif au mouvement le plus général d'un fluide; par* **M. J. Bertrand.**

« Les géomètres ont étudié avec grand succès la loi du déplacement d'un système solide invariable de forme, et représenté d'une manière fort simple le mouvement infiniment petit le plus général qu'il puisse prendre. Lorsqu'on suppose, au contraire, toutes les molécules d'un système indépendantes les unes des autres et assujetties seulement à former une masse continue dont la forme et la densité peuvent varier à chaque instant, le mouvement individuel de chacune est complétement indéterminé, et l'on est tenté, au premier abord, de considérer comme inutile la recherche d'une loi générale qui, par la manière même dont la question est posée, semble ne pouvoir exister. Mais la loi de continuité des fonctions impose ici, comme ailleurs, des conditions très-précises, et, de même que dans une surface, la courbure individuelle de chaque section restant complétement arbitraire, l'ensemble reste soumis à des lois bien connues, les vitesses des molécules dans une masse en mouvement satisfont nécessairement à des lois simples, dont l'étude est l'objet de cet article.

» Soient u, v, w, à un instant donné, les composantes parallèles aux axes de la vitesse d'une molécule M dont x, y, z sont les coordonnées; considérons un élément plan Ω, contenant M dans son intérieur, et cherchons les conditions pour que, après un temps infiniment petit dt, toutes les molécules actuellement situées sur Ω se retrouvent ensemble sur un plan parallèle à celui qu'elles occupaient d'abord. Il faut évidemment, et il suffit, que les vitesses décomposées suivant la normale au plan Ω soient égales pour toutes les molécules considérées. Soient α, β, γ les angles formés avec les axes par la normale à Ω, la vitesse qui doit rester constante est

$$V = u\cos\alpha + v\cos\beta + w\cos\gamma,$$

et l'on doit avoir

$$\frac{dV}{dx}dx + \frac{dV}{dy}dy + \frac{dV}{dz}dz = 0,$$

toutes les fois que

$$dx\cos\alpha + dy\cos\beta + dz\cos\gamma = 0;$$

les équations du problème sont, par conséquent,

$$\frac{\frac{dV}{dx}}{\cos\alpha} = \frac{\frac{dV}{dy}}{\cos\beta} = \frac{\frac{dV}{dz}}{\cos\gamma},$$

c'est-à-dire

$$\frac{\cos\alpha\frac{du}{dx}+\cos\beta\frac{dv}{dx}+\cos\gamma\frac{dw}{dx}}{\cos\alpha}=\frac{\cos\alpha\frac{du}{dy}+\cos\beta\frac{dv}{dy}+\cos\gamma\frac{dw}{dy}}{\cos\beta}$$
$$=\frac{\cos\alpha\frac{du}{dz}+\cos\beta\frac{dv}{dz}+\cos\gamma\frac{dw}{dz}}{\cos\gamma}.$$

Si l'on égale ces trois rapports à une inconnue auxiliaire S, on formera trois équations du premier degré en $\cos\alpha$, $\cos\beta$, $\cos\gamma$, qui, pour être compatibles, exigent que le déterminant

$$\begin{matrix}\frac{du}{dx}-S & \frac{dv}{dx} & \frac{dw}{dx}\\ \frac{du}{dy} & \frac{dv}{dy}-S & \frac{dw}{dy}\\ \frac{du}{dz} & \frac{dv}{dz} & \frac{dw}{dz}-S\end{matrix}$$

soit égal à zéro. Cette équation étant du troisième degré aura une ou trois racines réelles, à chacune desquelles correspondra une solution du problème. Nous pouvons donc énoncer le théorème suivant :

» *Dans un fluide en mouvement, il existe* toujours, *à chaque instant, en chaque point, un élément plan dont les molécules se transportent toutes ensemble sur un plan parallèle.*

» Supposons ce plan déterminé et connu, et cherchons comment les molécules qui s'y trouvent peuvent se déplacer sans le quitter.

» Soient x, y les coordonnées de l'une d'elles P, par rapport à deux axes situés dans ce plan ; $x+dx$, $y+dy$ celles d'une molécule voisine Q; leurs coordonnées après le temps dt seront

$$x+u\,dt,\quad x+dx+\left(u+\frac{du}{dx}dx+\frac{du}{dy}dy\right)dt,$$
$$y+v\,dt,\quad y+dy+\left(v+\frac{dv}{dx}dx+\frac{dv}{dy}dy\right)dt,$$

et la tangente de l'inclinaison θ de la droite PQ sur l'axe des X passera de la valeur $\frac{dy}{dx}$ à la valeur

$$\frac{dy+\left(\frac{dv}{dx}dx+\frac{dv}{dy}dy\right)dt}{dx+\left(\frac{du}{dx}dx+\frac{du}{dy}dy\right)dt}.$$

» On a donc

$$d\tang\theta = \frac{d\theta}{\cos^2\theta} = \frac{\frac{dy}{dx} + \left(\frac{dv}{dx} + \frac{dv}{dy}\frac{dy}{dx}\right)dt}{1 + \left(\frac{du}{dx} + \frac{du}{dy}\frac{dy}{dx}\right)dt} - \frac{dy}{dx},$$

et, en négligeant dt^2 et remplaçant $\frac{dy}{dx}$ par $\tang\theta$,

$$\frac{d\theta}{\cos^2\theta} = \left(\frac{dv}{dx} + \tang\theta\,\frac{dv}{dy}\right)dt - \tang\theta\left(\frac{du}{dx} + \frac{du}{dy}\tang\theta\right)dt,$$

$$\frac{d\theta}{dt} = \cos^2\theta\,\frac{dv}{dx} + \sin\theta\cos\theta\left(\frac{dv}{dy} - \frac{du}{dx}\right) - \frac{du}{dy}\sin^2\theta\,;$$

par où l'on voit que la vitesse de rotation de la droite considérée dans son plan, est inversement proportionnelle au carré du rayon vecteur d'une certaine indicatrice du second degré. Si cette indicatrice est une ellipse, toutes les droites issues de son centre tournent dans le même sens, avec des vitesses inégales bien entendu; si elle est une hyperbole, les unes tournent de gauche à droite, les autres de droite à gauche, et celles qui sont dirigées dans le sens des asymptotes ont une vitesse nulle. C'est le cas où l'équation en S, formée plus haut, a ses trois racines réelles. Il existe alors un parallélipipède dont les faces, dans le déplacement infiniment petit, restent parallèles à elles-mêmes. Mais cette propriété n'est nullement partagée, comme cela aurait lieu nécessairement pour un corps solide, par les droites ou les plans non parallèles à ses faces et situés dans son intérieur.

» On sait quelle importance présente dans l'hydrodynamique l'expression différentielle

$$u\,dx + v\,dy + w\,dz,$$

et combien les équations du mouvement sont simplifiées quand elle devient une différentielle exacte. Ce cas est celui où les trois plans dont nous avons parlé sont rectangulaires deux à deux : ils sont alors toujours réels, mais il n'existe aucune différence essentielle avec le cas général, dans lequel les trois plans peuvent être réels aussi et former des angles aussi voisins qu'on le voudra d'un angle droit.

» Ces résultats méritaient, je crois, par leur simplicité comme par leur généralité, d'être signalés à l'attention des géomètres et des physiciens. J'ai cru d'autant plus utile de le faire, qu'ils se trouvent en désaccord avec un Mémoire fort remarqué (*) de l'un des physiciens les plus justement illustres de l'Allemagne. L'auteur, malgré sa connaissance très-profonde des

(*) *Journal de Crelle*, t. LV, p. 25.

mathématiques, a commis, dès le début de son Mémoire, une légère inadvertance qui, en lui faisant attacher à la condition d'intégrabilité signalée plus haut une importance tout à fait exagérée, entache d'erreur tous les résultats, si remarquables en apparence, auxquels il est conduit, et que des savants, non moins haut placés dans l'estime de tous, ont acceptés depuis comme rigoureusement démontrés. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète de Winnecke, faites à Carlsruhe par* M. Winnecke, *à Leipzig par* M. Bruhns, *et à Paris par* M. André; communiquées par **M. Le Verrier.**

Observations de M. Winnecke.

Dates.	T. m. de Carlsruhe.	Ascension droite.	Déclinaison.
	h m s	h m s	° ′ ″
Juin 13	13.21. 6	3. 7.55,76:	+47.18.29,7:
13	14.15.42	3. 8.15,22	47.21.10,7
14	13.36.18	3.15. 6,58	48.20.28,9
15	14.25.54	3.23.29,33	49.25. 5,7
16	13. 3.44	3.32.12,67	50.24 57,8
17	11.34.42	3.42. 2,98	51.24.36,7

» Les mesures ont été faites à l'aide d'un micromètre circulaire appliqué à la lunette de 54 lignes d'ouverture libre. Sur les observations des 13, 15 et 17 juin, M. Winnecke a calculé l'orbite suivante :

$$\begin{aligned} \mathfrak{T} &= 1868, \text{Juin } 25{,}9316 \text{ T. m. de Berlin.} \\ \pi &= 287^\circ\, 8'\, 17'',8 \\ \Omega &= 53.18.48,6 \end{aligned} \Bigg\} \text{Équinoxe de } 1868{,}0.$$

$$i = 48.\ 9.12,4$$

$$\log q = 9{,}765\,094 \quad \text{Mouvement rétrograde.}$$

» L'observation du 15 juin $(c - o)$ est représentée comme il suit : $\Delta\lambda = +2'',2$, $\Delta\beta = -2'',7$. L'éclat de la comète s'est accru sensiblement; on la voit à l'œil nu comme une étoile de cinquième grandeur. La queue peut être suivie dans le chercheur jusqu'à 2 degrés du noyau. Ajoutons que la position du lieu des observations de M. Winnecke est de $24^m\ 1^s$ à l'est de Paris et par $48°\ 59'\ 44''$ de latitude.

Observations de M. Bruhns.

Dates.	T. m. de Leipzig.	Ascension droite.	Déclinaison.
	h m s	h m s	° ′ ″
Juin 14	11.15.44	3.14.17,12	+ 48.13.45,8
14	11.20.59	3.14.18,50	48.13.56,5
15	10.42.32	3.22. 2,92	49.14.35,8
15	10.49. 1	3.22. 5,63	49.14.54,2

Observations de M. ANDRÉ.

Dates.	T. m. de Paris.	Ascension droite.	Distance polaire.
	h m s	h m s	° ′ ″
Juin 15	10.20.10	3.22. 9,88	40.43.21,7
16	10.50. 4	3.31.28,70	39.39.53,7
18	10.51.49	3.53.58,52	37.33.52,9
20	12. 8.17	4.24.10,64	35.35.57,9

THERMOCHIMIE. — *Recherches sur l'électrolyse* (suite); *par* **M. P.-A. FAVRE** (1).

ÉLECTROLYSE DES HYDRACIDES.

« Le mode d'expérimentation que j'ai adopté est analogue à celui que j'ai fait connaître à l'Académie dans mon avant-dernière communication sur l'électrolyse de l'acide sulfurique, etc. (*Comptes rendus*, t. LXVI, p. 252; 1868). Ainsi, deux calorimètres à mercure distincts servent aux déterminations thermiques. Le premier reçoit les couples voltaïques et le rhéostat, lorsqu'on l'emploie; le second calorimètre reçoit le voltamètre avec la substance à décomposer. Il est d'ailleurs possible de plonger à volonté le voltamètre dans l'un des moufles du calorimètre recevant la pile, pour comparer les effets calorifiques résultant de l'électrolyse dans chacune de ces conditions.

» Dans l'électrolyse des acides iodhydrique, bromhydrique et chlorhydrique, sur lesquels portent spécialement les présentes recherches, je recueille les gaz qui se dégagent dans le voltamètre. Le gaz est de l'hydrogène pur lorsqu'on opère sur l'acide iodhydrique. L'acide bromhydrique laisse dégager de l'hydrogène mélangé d'une proportion d'oxygène très-faible et presque négligeable, surtout lorsque l'action chimique n'est pas ralentie par suite de l'emploi du rhéostat. Enfin l'acide chlorhydrique fournit de l'hydrogène mélangé d'une plus forte proportion d'oxygène, mais qui ne dépasse jamais 3 pour 100, lorsqu'on emploie le rhéostat. La quantité d'oxygène devient négligeable lorsqu'on laisse au courant toute son intensité en supprimant le rhéostat.

» Dans l'électrolyse de l'acide chlorhydrique, et après m'être assuré qu'il ne se dégageait qu'une quantité extrêmement faible de chlore gazeux, j'ai négligé de tenir compte de ce corps et j'ai recueilli les gaz sur de l'eau rendue légèrement alcaline.

(1) L'Académie a décidé que cette communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier au *Compte rendu*.

» Dans les tableaux I, II et III ci-après, sont inscrits les nombres qui correspondent à chaque expérience. Les volumes indiqués pour l'hydrogène mis en liberté dans le voltamètre ont été amenés par le calcul à correspondre à cent divisions représentant le volume d'hydrogène dégagé dans chaque couple de la pile pendant le même temps.

» Dans une colonne spéciale se trouve indiquée la durée calculée de l'expérience correspondant à cette production de cent divisions d'hydrogène dans chaque couple.

» A la suite des tableaux dont il vient d'être question, j'indique dans le tableau IV les résultats obtenus par suite de nouvelles expériences ayant pour objet de déterminer la chaleur dégagée par la combinaison de l'iode et du brome avec l'hydrogène pour former, à l'état de dissolution étendue, les acides iodhydrique et bromhydrique. Pour cela, j'ai fait réagir le chlore sur la dissolution étendue de ces acides, et, connaissant par mes expériences antérieures la chaleur de formation de l'acide chlorhydrique à l'état de dissolution, j'ai pu résoudre les problèmes en question. Les nombres inscrits ont été corrigés des effets calorifiques dus à la dissolution de l'iode et du brome dans un excès de leur hydracide, ce qui a fait l'objet d'expériences préalables.

» Les corrections dues à cette influence n'ont pas été faites pour tous les nombres inscrits aux tableaux I, II et III, qui représentent les résultats des expériences directes. Mais, au-dessous de chaque nombre moyen on a eu soin d'inscrire le nombre corrigé de cette influence : ce dernier est affecté d'un astérisque. Le chlore provenant de l'électrolyse de l'acide chlorhydrique restant en dissolution, comporterait une correction en vertu d'une expérience spéciale, mais cette expérience n'a pas été faite. Remarquons toutefois que cette chaleur de dissolution du chlore peut être, jusqu'à un certain point, déduite de la différence des deux nombres trouvés expérimentalement, l'un afférent à la combinaison directe du chlore et de l'hydrogène pour former l'acide chlorhydrique étendu, l'autre afférent à l'électrolyse de cet acide dans le voltamètre placé alors dans le calorimètre qui reçoit la pile. C'est à l'aide du nombre ainsi trouvé que j'ai corrigé les résultats moyens inscrits dans le tableau III.

» Dans le tableau IV se trouvent également inscrits les nombres qui correspondent à la chaleur de dissolution des hydracides gazeux en présence d'un excès d'eau. Avec les données qui précèdent on peut calculer la chaleur de formation de ces hydracides à l'état gazeux. Les nombres ainsi obtenus figurent dans ce même tableau.

Tableau I. — *Électrolyse de l'acide iodhydrique.*

Conditions des expériences.		Chaleur accusée par le calorimètre de la pile.	Chaleur mise en jeu dans le voltamètre et qui ne retourne pas au circuit, rapportée à l'électrolyse de 1 équivalent d'acide.	Chaleur accusée par le calorimètre du voltamètre.	Chaleur dégagée pendant la synthèse de 1 équivalent d'acide, et qui reste confinée dans le voltamètre.	Chaleur empruntée à la pile pour électrolyser 1 équivalent d'acide.	Volume d'hydrogène fourni par le voltamètre (correspondant à 100 d'hydrogène dégagé dans chaque couple)	Durée exprimée en minutes (correspondant à 100 d'hydrogène dégagé dans chaque couple)	Angle de déviation à la boussole des tangentes
Pile et rhéostat dans le calorimètre de la pile. — Voltamètre dans le second calorimètre.	La liqueur iodhydrique pure se charge de plus en plus d'iode dans les expériences successives............	15565					43,6	16,0	3°,62
		16025					11,5	13,4	4,10
		16473					1,4	13,3	4,23
		Moy. 16021	18170						
		15658		1299	10945	33226	40,6	15,0	4,06
		15910		1550	11125	32958	33,3	14,5	4,15
		16500		2324	13105	36447	11,4	15,3	4,05
		Moy. 16023	18160						
		15502		1368	14350	26625	52,3	18,7	3,00
		15995		1766	12205	34312	27,6	19,0	2,95
		16298		1999	12234	37104	18,3	19,2	2,90
		Moy. 15932	18615		Moy. 12323				
			Moy. 18315		*12256				
	La liqueur iodhydrique est suffisamment chargée d'iode.........	19655		0,0			0,0	12,0	4,62
	Le voltamètre est supprimé.............	19656						12,3	4,50
Pile seule dans le premier calorimètre. — Voltamètre dans le second calorimètre.	La liqueur iodhydrique pure se charge de plus en plus d'iode dans les expériences successives............	15085					68,0	1,57	34,50
		15272					44,3	1,77	30,43
		15589					31,6	1,87	28,50
		15100		2000		19067	66,9	1,57	36,05
		15602		2637		21563	32,8	2,23	25,81
		15910		3296		19271	11,7	2,30	25,44
						Moy. 19967			
						*20034			
	La liqueur iodhydrique est suffisamment chargée d'iode.........	17510					0,0	0,87	54,61
	Le voltamètre est supprimé.............	19123						0,83	57,00
Pile de 4 couples et voltamètre dans le calorim. de la pile.	La liqueur iodhydrique pure est renouvelée à chaque expérience...	18636				14557	28,0	1,47	
		18398				14055	35,6	1,47	
						Moy. 14306			
						*14373			

Tableau II. — *Électrolyse de l'acide bromhydrique.*

Conditions des expériences.		Chaleur accusée par le calorimètre de la pile.	Chaleur mise en jeu dans le voltamètre et qui ne retourne pas au circuit, rapportée à l'électrolyse de 1 équivalent d'acide.	Chaleur accusée par le calorimètre du voltamètre.	Chaleur dégagée pendant la synthèse de 1 équivalent d'acide, et qui reste confinée dans le voltamètre.	Chaleur empruntée à la pile pour électrolyser 1 équivalent d'acide.	Volume d'hydrogène fourni par le voltamètre (correspondant à 100 d'hydrogène dégagé dans chaque couple)	Durée exprimée en minutes (correspondant à 100 d'hydrogène dégagé dans chaque couple)	Angle de déviation à la boussole des tangentes
Pile et rhéostat dans le calorimètre de la pile. — Voltamètre dans le second calorimètre.	La liqueur bromhydrique pure se charge de plus en plus de brome dans les opérations successives..........	14888					43,0	15,4	3°,95
		14730					18,2	15,6	4,00
		Moy. 14809	24230						
				2162	20143	28964	46,4	16,7	3,70
				3376	21641	33922	21,9	17,2	3,55
					Moy. 20892	Moy. 31443			
					*19145	*33193			
	La liqueur bromhydrique est suffisamment chargée de brome....	19618		83			0,0	10,5	5,60
Pile de 4 couples et voltamètre dans le même calorimètre.	La liqueur bromhydrique pure est renouvelée à chaque expérience, la dernière exceptée............	14724				26660	73,9	2,27	
		14668				26295	75,9	2,58	
		17296				29861	31,6	2,74	
						Moy. 27605			
						*29355			
	La liqueur bromhydrique est suffisamment chargée de brome...	19747					0,0	1,00	

Tableau III. — *Électrolyse de l'acide chlorhydrique.*

Conditions des expériences.		Chaleur accusée par le calorimètre de la pile.	Chaleur mise en jeu dans le voltamètre et qui ne retourne pas au circuit, rapportée à l'électrolyse de 1 équivalent d'acide.	Chaleur accusée par le calorimètre du voltamètre.	Chaleur dégagée pendant la synthèse de 1 équivalent d'acide, et qui reste confinée dans le voltamètre.	Chaleur empruntée à la pile pour électrolyser 1 équivalent d'acide.	Volume d'hydrogène fourni par le voltamètre (correspondant à 100 d'hydrogène dégagé dans chaque couple)	Durée exprimée en minutes (correspondant à 100 d'hydrogène dégagé dans chaque couple)	Angle de déviation à la boussole des tangentes.
Pile et rhéostat dans le premier calorimètre. — Voltamètre dans le second calorimètre.	La liqueur chlorhydrique pure se charge de plus en plus de chlore dans les expériences successives.........	13553					71,1	25,1	2°,20
		13607					60,4	26,2	2,13
		13708					54,1	25,7	2,25
		Moy. 13623	30160						
				1862	21320	37012	56,4	26,8	2,20
				1219	19660	34877	69,2	26,6	2,25
				3221	25295	39043	36,2	26,6	2,25
				3691	24500	47453	24,7	26,9	2,25
					Moy. 22692	Moy. 39596			
					*13977	*48311			
	La liqueur chlorhydrique est suffisamment chargée de chlore...	14001	28270	5431	27155		absorption	22,7	2,45
					*18440				
Pile seule dans le premier calorimètre. — Voltamètre dans le second.	La liqueur chlorhydrique pure se charge de plus en plus de chlore dans les expériences successives.........	12829					72,7	3,72	13,90
		12754					50,3	4,14	13,00
		12914					40,5	4,25	12,25
		Moy. 12832							
				1317			76,3	5,03	11,62
				3201			47,7	5,48	10,45
				4312			36,0	5,67	10,12
				Moy. 2943		36375	Moy. 53,3		
						*45090			
Pile de 4 couples et voltamètre dans le même calorimètre.	La liqueur chlorhydrique pure se charge de plus en plus de chlore dans les expériences successives.........	13545				32016	76,3	6,08	
		14995				33088	56,4	6,09	
		16103				32536	43,7	6,28	
						Moy. 32547			
						*41262			
Pile de 4 couples, rhéostat et voltamètre dans le même calorim.	La liqueur chlorhydrique est suffisamment chargée de chlore...	19621					absorption	27,7	

TABLEAU IV.

	ACIDE chlorhydrique.	ACIDE bromhydrique.	ACIDE iodhydrique.
Synthèse thermique des acides en dissolutions étendues.	41262	29742	14475
Chaleur de dissolution des acides pris à l'état gazeux..	17479	19084	18906
Synthèse des acides à l'état gazeux..................	23783	10658	— 4431

» Voici maintenant les conséquences qui me paraissent découler de ces expériences. Considérons particulièrement l'électrolyse de l'acide iodhydrique.

» Il semblerait, au premier abord, que la loi de Faraday, relative aux équivalents chimiques dans l'électrolyse, se trouve en défaut, puisque les quantités d'hydrogène dégagées dans le voltamètre et dans chaque couple de la pile ne sont pas égales. En effet, le volume de l'hydrogène provenant de l'acide iodhydrique diminue rapidement à mesure que la quantité d'iode mise en liberté augmente, et le dégagement cesse bientôt complétement lorsqu'on ne renouvelle pas l'acide.

» Mais, à cet égard, il faut remarquer, d'une part, que, quelles que soient les quantités apparentes d'acide iodhydrique électrolysées (d'après le volume d'hydrogène recueilli), l'emprunt de chaleur fait au circuit reste sensiblement constant, comme le démontrent les nombres inscrits à la première colonne du tableau I. D'autre part, comme la chaleur accusée par le calorimètre du voltamètre va en augmentant, à mesure que l'hydrogène dégagé diminue, il s'ensuit qu'il faut admettre un phénomène calorifique dû à la combinaison des éléments d'abord séparés par l'électrolyse (1), attendu d'ailleurs que la résistance physique du voltamètre peut être considérée comme nulle. En effet, lorsque le liquide du voltamètre est suffisamment chargé d'iode, soit par suite de l'électrolyse, soit par addition préalable (ce qui rend nul le dégagement d'hydrogène), on observe qu'il n'y a aucune cha-

(1) On constate cependant qu'une partie, assez faible à la vérité, de cette chaleur est rendue au circuit, ainsi qu'il résulte des nombres suivants, 12256 et 14475 calories; le premier nombre est afférent à la synthèse de l'acide dans le voltamètre placé hors du calorimètre de la pile, et le second est afférent à la synthèse de ce même acide par les éléments pris à l'état libre.

Cette chaleur rendue au circuit est plus forte lorsqu'il s'agit, au lieu de l'acide iodhydrique, des acides bromhydrique et chlorhydrique.

leur accusée par le calorimètre du voltamètre. Quant au calorimètre de la pile, il accuse la totalité de la chaleur due à l'action chimique provenant de la dissolution du zinc des couples, si bien qu'en supprimant le voltamètre du circuit, les résultats n'en sont pas changés.

» Resterait maintenant à expliquer ce résultat si inattendu qui ressort des expériences, savoir : que la quantité de chaleur accusée par le calorimètre contenant le voltamètre (laquelle s'accroît lorsque l'hydrogène rendu libre diminue et l'iode augmente) devient nulle lorsque le dégagement d'hydrogène est lui-même nul. On aurait pu penser *à priori*, d'après la marche des premières expériences, que l'effet thermique accusé par le calorimètre du voltamètre atteindrait son maximum en l'absence de tout dégagement d'hydrogène.

» J'établis dans mon Mémoire qu'il n'y a pas lieu d'invoquer, pour l'explication, la polarisation de l'électrode en platine par l'hydrogène, polarisation qu'on fait peut-être trop souvent intervenir dans les cas embarrassants. Quant à l'hypothèse de la production d'un courant inverse, elle ne me semble pas pouvoir expliquer un résultat en apparence aussi paradoxal.

» Faut-il attribuer cette difficulté de transmission du mouvement engendré dans le voltamètre par la combinaison de l'iode avec l'hydrogène, tant que ce dernier se dégage (mouvement du même ordre que celui qui se produit dans chaque couple voltaïque et qui se transmet au circuit), à la production simultanée d'un second mouvement d'un autre ordre et au voisinage immédiat du premier? Ce second mouvement, qui serait dû au passage de l'hydrogène *naissant* à l'état d'hydrogène ordinaire, modifierait essentiellement le premier et le rendrait impropre à se communiquer au circuit. Je présente provisoirement cette interprétation sous toutes réserves.

» J'ai déjà eu l'occasion de faire remarquer, dans un précédent Mémoire, que l'effet thermique dû à la combinaison des éléments différait, suivant que ceux-ci étaient pris à l'état ordinaire ou dans les conditions où ils sortent des combinaisons, c'est-à-dire à l'*état naissant*.

» Des expériences dont il s'agit maintenant, on peut dégager une conclusion semblable à l'égard de l'acide iodhydrique.

» En effet, si l'on considère la chaleur mise en jeu dans le voltamètre pour l'électrolyse de cet acide, on trouve en moyenne 18315 (1) unités de

(1) Ce nombre doit être considéré comme un minimum, puisqu'une partie de la chaleur

chaleur (tableau I, 2e colonne). D'autre part on trouve 14475 unités pour la chaleur de combinaison de l'iode et de l'hydrogène, à l'état ordinaire, pour constituer l'acide iodhydrique dans les mêmes conditions de dilution (tableau IV). Ce dernier nombre coïncide d'une manière satisfaisante avec 14373, qui résulte de l'analyse thermique de ce même acide lorsque le voltamètre est placé dans le calorimètre de la pile (tableau I, 5e colonne). La différence, par rapport à 18315, est donc considérable.

» L'effet thermique dû à la formation de l'acide iodhydrique conduit encore à une conclusion intéressante; cet effet serait négatif en l'appliquant à la combinaison de l'iode et de l'hydrogène pour constituer l'acide iodhydrique gazeux. En effet, si de 14475, chaleur de formation de l'acide étendu, on soustrait 18906, qui représente la chaleur dégagée par la dissolution dans l'eau de l'acide gazeux, on obtient — 4431, nombre négatif, c'est-à-dire qu'il y aurait une absorption de chaleur égale à ce nombre pendant la formation de l'acide iodhydrique, ou, en d'autres termes, la ségrégation chimique de l'iode et de l'hydrogène serait accompagnée d'un dégagement de chaleur représenté par 4431 unités. L'acide iodhydrique, corps peu stable, comme on sait, présente donc les propriétés des corps que l'on peut appeler *explosifs* (1), tels que le protoxyde d'azote, les acides du chlore et de l'oxygène, etc., corps qui ne peuvent d'ailleurs être produits par l'union directe de leurs éléments.

» Les considérations présentées au sujet de l'acide iodhydrique peuvent être reproduites pour l'acide bromhydrique. Les nombres qui résultent des expériences sont inscrits au tableau II.

» Quant à l'acide chlorhydrique, son étude présente des résultats analogues aux précédents (tableau III), sauf une différence très-importante que je dois faire ressortir. L'augmentation de l'effet thermique, qui croît

---

employée à l'électrolyse est rendue au circuit, ainsi que je l'ai déjà fait remarquer plus haut.

(1) J'ai cru devoir accepter cette dénomination, proposée si heureusement par M. Henri Sainte-Claire Deville pour les corps de cette catégorie, à l'exclusion d'une autre expression, nouvellement introduite, se rapportant à une classe de phénomènes sur lesquels feu Silbermann et moi avons les premiers appelé l'attention des physiciens et des chimistes, et dont j'ai signalé, depuis, de nouveaux exemples (*Journal de Chimie et de Pharmacie*, 3e série, t. XXIV, p. 241; 1853). Je crois qu'il faut repousser toute désignation qui tendrait à impliquer une notion inexacte du travail de la combinaison chimique, dont le signe doit toujours être considéré comme positif, lorsqu'on a fait la part des effets thermiques dus aux modifications qu'éprouvent certains éléments pour devenir aptes à la combiuaison.

avec la diminution du volume de l'hydrogène devenu libre dans le voltamètre, se continue encore lorsque ce dégagement devient nul (1), ce qui n'a pas lieu dans l'électrolyse des acides bromhydrique et iodhydrique. Je crois qu'on peut expliquer ce résultat en se fondant sur des réactions secondaires, qui se continuent encore lorsque le dégagement d'hydrogène a cessé et qui s'opposent au retour de la chaleur au circuit.

» Le même tableau afférent à l'acide chlorhydrique contient (5e colonne) les résultats de l'analyse thermique de l'acide chlorhydrique opérée dans le calorimètre de la pile. La moyenne des nombres représente 32547 unités de chaleur; elle diffère très-notablement du nombre 41262, qui représente la synthèse thermique du même acide également en dissolution étendue. Cette différence, qui est égale à 8715 unités, doit être attribuée à la chaleur dégagée par la dissolution du chlore dans l'eau. J'ai dit en effet que, dans l'électrolyse de l'acide chlorhydrique, il ne s'échappait que des traces de chlore à l'état gazeux.

» J'ai cru remarquer que la chaleur restituée au circuit semble augmenter avec la lenteur de l'électrolyse des hydracides étudiés. J'ai voulu savoir s'il en était de même lorsqu'on ralentit l'électrolyse d'une dissolution saline placée dans un voltamètre dont les lames sont formées du même métal que celui qui existe dans la dissolution électrolysée.

» Voici les résultats des expériences :

	Calorimètre de la pile.	Calorimètre du voltamètre.	Chaleur qui reste confinée dans le voltamètre pour 1 équivalent de sulfate de cuivre décomposé et régénéré.
Voltamètre à sulfate de cuivre et à lames de cuivre	19304	401	2005
Voltamètre à sulfate de zinc et à lames de zinc	»	433	2165
Voltamètre à sulfate de cadmium et à lames de cadmium	»	241	1205
Voltamètres supprimés	19756	»	»

» Il suffit de comparer le résultat moyen ci-dessus, afférent au sulfate de cuivre, aux résultats fournis par des expériences plus anciennes (2), et dans lesquelles je n'avais pas encore songé à ralentir l'électrolyse à l'aide

(1) On remarque même une légère absorption accusée par l'ascension du liquide dans le tube abducteur du gaz.

(2) Voyez *Comptes rendus*, t. LXIII, p. 369; 1866.

d'un rhéostat, pour se convaincre que les choses se passent de la même manière, qu'il s'agisse du sulfate de cuivre ou des hydracides étudiés dans le présent Mémoire.

» Il en est de même pour l'électrolyse de l'acide sulfurique étudiée dans le Mémoire précité. En effet, ayant ralenti autant que possible l'électrolyse de SO^4H, j'ai obtenu les résultats ci-après :

	Calorimètre de la pile.	Calorimètre du voltamètre.	Chaleur qui reste confinée dans le voltamètre pour 1 équivalent d'acide sulfurique décomposé.	Angle de déviation.
Voltamètre à acide sulfurique et à lames de platine....	8261	3456	17282 (1)	1°,82

» Enfin, j'ai rattaché aux études qui précèdent la décomposition de l'eau par la pile (2). Cette décomposition se produit avec une extrême lenteur, et, dans les conditions où je me trouvais placé, il ne m'a pas été possible d'en faire l'étude thermique; je me suis borné à étudier les phénomènes chimiques qui accompagnent cette décomposition. Je rattache également à cette étude les résultats thermiques et chimiques afférents à la décomposition de l'eau iodée, bromée et chlorée, décomposition qui est de plus en plus facile en partant de l'iode, pour remonter au chlore, de telle sorte que l'eau chlorée se décompose presque aussi rapidement que l'acide

(1) Ce nombre 17282 doit être diminué de 4131 unités, par suite de la formation d'une certaine quantité d'eau dans le voltamètre pendant l'électrolyse de l'acide sulfurique. En effet, en électrolysant l'acide sulfurique sans rhéostat, il se dégage dans le voltamètre $99^{vol},3$ d'hydrogène et $44^{vol},3$ d'oxygène pour 100 volumes d'hydrogène mis en liberté dans chaque couple. En opérant, au contraire, avec interposition du rhéostat dans le circuit, il ne s'est dégagé que $89^{vol},3$ d'hydrogène et $38^{vol},7$ d'oxygène pour 100 volumes d'hydrogène mis en liberté dans chaque couple. D'où il suit que, dans le premier système d'expériences, il ne se forme pas sensiblement d'eau, bien que l'oxygène provenant de l'électrolyse ne se trouve pas, à beaucoup près, en totalité dans le mélange gazeux, et que, dans le second système d'expériences, il y ait formation d'eau et une disparition d'oxygène plus forte que celle qui correspond à l'eau formée.

Des résultats analogues peuvent être observés lorsqu'on ralentit l'électrolyse du sulfate de cuivre dans un voltamètre à lames de platine. Dans ce cas, l'oxygène libre recueilli est toujours inférieur en volume à la moitié du volume de l'hydrogène dégagé dans chaque couple.

(2) On pourrait objecter que dans un précédent Mémoire (*Comptes rendus*, t. LXVI, p. 260; 1868), j'ai dit que l'*eau n'était pas un électrolyte*. Cette expression est en elle-même trop absolue, et je ne l'avais employée que pour faire ressortir l'extrême différence qui sépare l'électrolyse de l'eau de celle des composés salins, différence que j'apprécie dans mon Mémoire détaillé.

chlorhydrique en dissolution, et que l'emploi du rhéostat devient nécessaire pour rendre négligeable la résistance physique du voltamètre. L'étude des phénomènes chimiques qui se produisent dans l'action du courant sur ces dissolutions aqueuses me fournit une explication de l'aptitude de plus en plus accusée que l'eau présente à l'électrolyse dans ces conditions.

» Je signalerai en terminant la possibilité que j'ai constatée d'électrolyser l'acide chlorhydrique gazeux.

» Les limites de cette communication ne m'ont pas permis de discuter quelques points des magnifiques travaux de Faraday sur l'électrolyse, lesquels comprennent certains faits relatifs aux hydracides que je viens d'étudier au point de vue thermique, et de signaler la cause de quelques divergences, soit dans les résultats, soit dans l'interprétation. Cette discussion ne pourra trouver sa place que dans mon Mémoire complet. »

M. le Président entretient l'Académie de la cérémonie des obsèques de *M. Pouillet*, qui a eu lieu le 16 juin. Un grand nombre de Membres de l'Académie ont accompagné la dépouille mortelle de M. Pouillet jusqu'à sa dernière demeure : M. Edm. Becquerel a pris la parole au nom de l'Académie; M. H. Sainte-Claire Deville, au nom de la Faculté des Sciences de Paris.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre qui remplira, dans la Section de Mécanique, la place laissée vacante par le décès de *M. L. Foucault :*

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 59,

M. Phillips obtient.	36	suffrages.
M. Rolland.	20	»
M. Tresca.	2	»
M. Reech.	1	»

M. Phillips, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation de l'Empereur.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission de neuf Membres, chargée de juger les pièces adressées au concours pour le prix de Médecine et de Chirurgie :

MM. Nélaton, Andral, Cloquet, St. Laugier, Cl. Bernard, Longet, Bouillaud, Coste, Robin obtiennent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES LUS.

ZOOLOGIE. — *Note sur l'existence d'un Pélican de grande taille dans les tourbières d'Angleterre; par* **M. Alph.-Milne Edwards**.

(Renvoi à la Section de Zoologie.)

« On ne sait que bien peu de chose sur les oiseaux dont on trouve les débris enfouis dans les tourbières, et jusqu'ici on n'a jamais tenté d'en faire la détermination précise. Il y aurait cependant un grand intérêt à entreprendre cet examen et à chercher quelles sont les espèces de cette classe qui habitaient nos contrées à l'époque où le Castor, l'Urus, l'Aurochs et le Cerf à bois gigantesques vivaient en grand nombre dans les forêts et sur les bords des cours d'eau. J'ai pu me convaincre récemment que des investigations de ce genre pourraient donner des résultats importants.

» Les tourbières des environs de Cambridge, en Angleterre, ont fourni un assez grand nombre d'ossements d'oiseaux que M. Seeley et M. Alf. Newton ont bien voulu soumettre à mon examen. J'ai été frappé de trouver parmi ces débris un os de Pélican. Cet os qui appartient au musée Woodwardien a été extrait des tourbières des districts marécageux (*Fenlands*) qui couvrent la partie nord du comté de Cambridge. Ces dépôts ont été étudiés avec beaucoup de soin par M. Seeley, qui, avec son obligeance habituelle, m'a fourni sur ce sujet des renseignements précieux.

» Au-dessous d'une tourbe en voie de formation, d'épaisseur variable et contenant quelques coquilles d'eau douce ainsi que des végétaux vivants, se trouve une argile remplie par places de coquilles marines et renfermant quelques débris de mammifères marins. Cette argile repose sur un lit de tourbe où l'on rencontre des troncs d'arbre, dont quelques-uns sont encore placés verticalement. C'est dans cette couche que se trouvent les ossements de vertébrés terrestres, et, bien qu'on n'ait pas noté la position exacte où a été recueilli l'humérus du Pélican, sa couleur et sa nature indiquent qu'il provient de cette assise tourbeuse. Les mammifères que l'on y a signalés appartiennent aux espèces suivantes : *Bos frontosus*, *Bos primigenius*, *Cervus megaceros*, *Ursus arctos*, *Lutra vulgaris*, *Canis lupus*, *Cervus elaphus*, *Cervus capreolus*, *Sus scropha*, *Castor Europœus;* enfin j'ai pu reconnaître plusieurs espèces d'oiseaux tels que le Cygne (*Cygnus ferus*), le Canard sauvage (*Anas boschas*), la Sarcelle (*Anas querquedula*), le Grèbe huppé (*Podiceps cristatus*), le Butor (*Ardea stellaris*), et le Foulque Morelle (*Fulica atra*). Ces oiseaux se

voient encore aujourd'hui en grand nombre sur la côte est de l'Angleterre. Leur présence dans les tourbières n'a donc rien qui puisse nous surprendre, mais il n'en est pas de même pour le Pélican, qui n'appartient pas à la faune des Iles-Britanniques, car les rares individus que l'on y a rencontrés avaient été entraînés par les vents bien loin des régions qu'ils habitent d'ordinaire. Or on ne peut expliquer de la sorte l'existence de notre Pélican dans les dépôts tourbeux des environs de Cambridge. L'os en question provient, en effet, d'un jeune oiseau, trop faible par conséquent pour entreprendre des voyages lointains. Il suffit de jeter un coup d'œil sur le fossile dont je fais ici l'histoire, pour s'assurer que le travail d'ossification n'était pas encore terminé, ainsi que l'indique l'état des extrémités articulaires. On ne peut donc penser un seul instant que cet oiseau ait quitté le sud de la Russie ou l'Afrique, et que, dévié de sa route par les courants atmosphériques, il soit venu mourir en Angleterre sur les bords des marécages où se déposaient les couches tourbeuses dans lesquelles on l'a découvert. Une semblable explication est inadmissible, et évidemment ce Pélican était originaire de cette contrée.

» L'humérus dont il est ici question présente des dimensions très-considérables. Ses extrémités articulaires sont incomplètes, il n'est donc pas dans son intégrité, et évidemment, par les progrès de l'âge, il se serait notablement allongé. Quoi qu'il en soit, il mesure environ 37 centimètres. Connaissant la longueur de l'os du bras, on peut facilement en déduire celle de l'aile tout entière, car chez les Pélicans les proportions des divers os qui forment la charpente solide du membre antérieur ne varient que très-peu. Ainsi, si l'on représente la longueur du bras de ces oiseaux par 100, celle de l'avant-bras serait 113 et celle de la main 78. Par conséquent, en admettant que chez notre Pélican des tourbières les proportions de ces os aient été les mêmes, l'avant-bras aurait mesuré 42 centimètres et la main 29, ce qui porte à $1^{m},08$ la longueur totale de l'aile dépourvue de ses plumes.

» J'ai comparé le fossile des tourbières de Cambridge à plusieurs humérus de Pélicans adultes appartenant à diverses espèces, tels que *Pelecanus Onocrotalus*, *P. crispus*, *P. Philippinensis* et *P. Thagus*, je n'en ai pas rencontré un seul dont les dimensions fussent les mêmes; c'est à peine si les plus grandes Onocrotales se rapprochaient. Doit-on d'après cela considérer l'oiseau des tourbières comme une espèce distincte et de taille plus considérable? Cette supposition est assez vraisemblable; mais il serait peut-être prématuré de vouloir établir dès aujourd'hui un type spécifique nouveau, et avant de l'inscrire dans nos catalogues systématiques il me semble plus prudent d'attendre

que de nouvelles recherches aient amené la découverte de quelques parties du squelette provenant d'oiseaux adultes, qui pourront nous faire connaître plus exactement les proportions de notre Pélican britannique. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Note complémentaire sur l'application des formules générales du mouvement des liquides à l'écoulement des corps solides; par* **M. Tresca**, présentée par M. de Saint-Venant.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Morin, Combes, de Saint-Venant.)

« Les formules de la Note que nous avons présentée le 25 mai dernier étaient relatives au mouvement permanent d'un bloc solide, maintenu à niveau constant, c'est-à-dire dans l'hypothèse, matérialisée déjà dans quelques-unes de nos expériences en remplaçant, à des intervalles très-rapprochés, la matière écoulée par un égal volume de matière ajoutée, comme dans l'écoulement des liquides à niveau constant, à la partie supérieure du bloc, sous la forme d'une couche d'égale épaisseur.

» Si l'on voulait appliquer ces formules à l'écoulement successif d'un même bloc, dont la face supérieure s'abaisserait par le fait même de l'écoulement, il faudrait tenir compte de cet abaissement continuel, et, pour employer exactement la même méthode, il suffirait de faire remarquer que le solide passera successivement par les différents états correspondant aux hauteurs décroissantes $H - Vt$, variables avec le temps t, compté à partir de l'origine de l'écoulement, la hauteur primitive du bloc étant alors représentée par H.

» Les quantités A, B, C, A′, B′, C′ des formules précédentes passeront successivement par différents états de grandeur, qu'il sera facile d'exprimer en fonction du temps t en tenant compte de l'ordonnée variable Vt de la face supérieure du bloc, dans l'une quelconque de ses positions par rapport à sa position primitive.

» Nous considérerons comme précédemment, d'une manière distincte, les bandes extérieures et le prisme central dont la base est limitée par l'orifice.

» Pour les bandes extérieures, nous avons trouvé (*Comptes rendus*, t. LXVI, p. 1029).

$$u = Ax + B, \tag{6}$$

$$v = -Ay + C. \tag{7}$$

» Pour déterminer les trois quantités A, B, C, engagées dans ces relations, nous exprimerons que les deux équations doivent être satisfaites, soit pour un point quelconque de chacune des bandes prismatiques extérieures, soit pour un point quelconque de la paroi extérieure du bloc.

» Pour cette dernière paroi, on doit avoir simultanément $u = v$, $x = R_1$, ce qui donne, en éliminant B par différence,

$$u = -A(R - x).$$

» Pour la face supérieure des bandes extérieures, la vitesse v est constamment égale à la vitesse V du piston, pour toute position de la base supérieure caractérisée par la valeur $y = Vt$, à un instant quelconque de l'écoulement, ce qui fournit

$$v = -A(y - Vt) + V.$$

» Enfin, pour tous les points de la face inférieure de ces mêmes bandes, on a évidemment $v = 0$ pour $y = H$, d'où $A = \frac{V}{H - Vt}$, ce qui conduit aux équations finales, de mêmes numéros que celles de la Note précédente,

$$(8) \qquad v = V\frac{H - y}{H - Vt},$$

$$(9) \qquad u = -V\frac{R - x}{H - Vt}.$$

» Pour la matière du prisme central, les équations dont nous devrons nous servir sont encore

$$(6\ bis) \qquad u' = A'x + B',$$

$$(7\ bis) \qquad v' = -A'y + C',$$

et les trois quantités A', B', C', variables suivant les diverses périodes de l'écoulement, seront obtenues d'après les mêmes considérations.

» Pour le plan vertical moyen, dont la position reste absolument constante, on a nécessairement $u' = 0$ pour $x = 0$, ce qui donne $B' = 0$ et $u' = A'x$.

» Pour la face supérieure, la vitesse v' est toujours égale à la vitesse du piston, ce qui donne $v' = V$ pour $y = Vt$, et, par suite,

$$v' = -A(y - Vt) + V.$$

» Enfin, pour la face inférieure, c'est-à-dire pour $y = H$, on doit avoir,

par suite de la constance du volume total, $v' = V\frac{R}{R_1}$, ce qui permet de déterminer A'.

» Cette détermination conduit dès lors aux relations analogues à celles que nous avons désignées sous les n°s 8 *bis* et 9 *bis* :

$$(8\ bis)\qquad v' = \frac{V}{H - Vt}\left(\frac{R}{R_1}y - y + H - \frac{R}{R_1}Vt\right),$$

$$(9\ bis)\qquad u' = \frac{-V}{H - Vt}\,\frac{R - R_1}{R_1}\,x.$$

» Si l'on faisait $t = 0$ dans toutes ces formules, on retrouverait exactement les relations déjà données pour le cas de l'écoulement à niveau.

» Quant à l'application des formules qui donneraient la mesure des pressions, elle exigerait, par suite de la variation du mouvement, que l'on y introduisît de nouveaux termes provenant des inerties dues aux accélérations. Les courbes d'égale pression affectent alors les diverses formes des courbes du second degré, mais nous regardons leur discussion comme inutile jusqu'au moment où nous aurons pu déduire de nos expériences les pressions dans les divers sens de la masse solide.

» Les nouvelles équations doivent être considérées comme plus générales que les précédentes, et, en même temps qu'elles caractérisent mieux les phénomènes, elles sont plus favorablement disposées pour comparer les diverses circonstances de l'écoulement des corps solides, à niveau variable, avec l'écoulement des fluides dans des conditions analogues. »

PHYSIQUE. — *Études sur les piles de sel gemme et sur leur emploi dans les recherches relatives aux rayonnements obscurs.* Note de **M. P. Desains.**

(Renvoi à la Section de Physique.)

« Lorsqu'on étudie les propriétés de la chaleur émise par les sources à basse température, on est souvent arrêté par la difficulté que l'on éprouve à se procurer cette chaleur, dans un état de polarisation bien connu, et sous forme de faisceaux qui soient suffisamment intenses sans toutefois être formés de rayons trop divergents.

» Des piles polarisantes formées de plaques de sel gemme peuvent être alors d'un grand secours, et je demande à l'Académie la permission de lui communiquer quelques-uns des résultats que leur emploi m'a permis d'obtenir.

» Je dois à l'obligeance de M. Ruhmkorff celles dont je fais usage. Elles sont formées de lames bien pures, ayant 3 ou 4 millimètres d'épaisseur et environ 50 centimètres carrés de surface. Je possède une dizaine de ces lames, et j'en puis former une ou plusieurs piles que je fixe dans de gros tubes de cuivre noircis à l'intérieur. Les tubes peuvent tourner autour de leur axe, de sorte qu'il est toujours facile d'orienter dans tel azimut que l'on veut le plan de réflexion sur la pile.

» Pour donner une idée des effets que l'on peut obtenir avec ces appareils, il suffira de citer l'expérience suivante : le rayonnement d'une lame de cuivre, chauffée à 160 degrés, traversait deux piles de quatre lames chacune, placées sur le prolongement l'une de l'autre, et il venait ensuite tomber sur un appareil thermoscopique placé à environ $0^{m},75$ de la source.

» Quand les plans de réflexion des deux appareils étaient parallèles, les déviations produites s'élevaient à 12 degrés; elles étaient réduites à 7, lorsque l'on tournait l'une des piles de 90 degrés sans rien changer, bien entendu, au reste de l'orientation.

» Les piles de sel gemme permettent donc de polariser commodément les rayons de basse température, et cela sans en diminuer l'intensité dans une proportion trop considérable. De plus, elles se prêtent à une graduation directe. Pour savoir dans quelle proportion une pile donnée polarise un faisceau de chaleur qui la traverse, on s'en procure une seconde qui lui soit toute semblable ; puis, après les avoir placées exactement sur le prolongement l'une de l'autre, on les fait traverser par un même rayonnement, d'abord en rendant parallèles entre eux leurs plans de réflexion, puis en les croisant. Soient p et q les effets produits dans les deux cas par les rayons transmis sur un même appareil thermoscopique. La racine carrée du rapport $\frac{p-q}{p+q}$ exprime la proportion dans laquelle chaque pile polarise la chaleur qui la traverse (1).

» A l'aide des piles de sel gemme, j'ai pu étudier très-aisément, et aux températures les plus basses, les phénomènes de polarisation par émission que nous avons découverts, de la Provostaye et moi, il y a une vingtaine d'années, et sur lesquels M. Magnus vient de faire paraître une importante série de recherches.

» Je reviendrai sur ce point dans une autre communication. Aujour-

---

(1) Voir *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXX, p. 175.

d'hui, je me bornerai à indiquer la manière dont l'emploi de ces appareils m'a permis d'étudier les lois de la réflexion de la chaleur obscure polarisée, sans plus de difficultés que je n'en eusse rencontré, si j'avais pu me procurer dans un état de polarisation complète des faisceaux de cette chaleur peu divergents et suffisamment intenses.

» La source de chaleur dont je faisais usage était une lame de cuivre épaisse, noircie et portée à une température voisine de 300 degrés; des thermomètres, dont les réservoirs étaient introduits dans la lame elle-même, me faisaient connaître cette température et me permettaient d'en constater la fixité.

» Les rayons émis étaient complétement absorbables par une couche d'eau de 2 millimètres et presque complétement éteints par une belle lame de glace de même épaisseur.

» J'en ai d'abord étudié la réflexion sur le métal des miroirs en prenant soin de les polariser partiellement, soit dans le plan d'incidence, soit dans le plan perpendiculaire, et j'ai constaté que de zéro à 60 degrés l'influence de l'incidence et celle de l'orientation du plan de polarisation sont à peu près insignifiantes. Le pouvoir réflecteur, en ces circonstances très-différentes, présente toujours une valeur sensiblement égale à 0,82.

» Pour le verre, les choses se passent d'une manière toute différente.

» Dans un travail déjà ancien, nous avions, de la Provostaye et moi, étudié la réflexion sur le verre de la chaleur émise par une lame de cuivre noircie portée à 180 degrés environ, et nous avions trouvé que sous les angles 30, 45, 70, 75 degrés le pouvoir réflecteur du verre prenait les valeurs 0,10, 0,11, 0,25, 0,32. Dans mes récentes déterminations, en opérant d'abord avec de la chaleur naturelle, j'ai trouvé des résultats qui concordent avec les précédents dans leur marche générale, mais qui restent tous un peu plus petits, comme cela devait être, puisque j'opérais à température notablement plus élevée. A 30 degrés, en effet, je n'ai plus trouvé que 0,077 de réflexion, et à 70 degrés, limite supérieure des angles sous lesquels j'ai pu opérer, j'ai trouvé 0,23 pour mesure du pouvoir réflecteur; ces nombres sont de beaucoup supérieurs à ceux que l'on obtient pour la réflexion de la chaleur solaire moyenne. Toutefois, en cherchant à les représenter à l'aide des formules de Fresnel, j'ai vu de suite que l'on y pourrait réussir assez bien en admettant pour la constante qui figure dans ces formules, c'est-à-dire pour l'indice de réfraction, une valeur égale à 1,66 environ.

» Alors, sans rien préjuger sur la signification physique de ce résultat,

j'ai repris l'étude de la réflexion sur le verre en opérant avec de la chaleur obscure partiellement polarisée dans une proportion connue, et telle que me la fournissait une de mes piles de sel gemme. Dans ces circonstances, j'ai vu le phénomène prendre une forme analogue à celle qu'il affecte dans le cas où la chaleur incidente est lumineuse. Un accroissement notable s'est manifesté sur les pouvoirs réflecteurs lorsque les rayons étaient polarisés dans le plan d'incidence. Au contraire, une diminution notable s'est présentée lorsqu'ils étaient polarisés dans un plan perpendiculaire au précédent. La diminution était surtout considérable sous l'incidence 60 degrés.

» J'ai pu aller plus loin. Connaissant sous une incidence déterminée l'intensité de la réflexion de la chaleur naturelle et l'intensité de la réflexion de la chaleur de même espèce lorsqu'elle était polarisée dans une proportion connue, soit dans le plan d'incidence, soit dans le plan de réflexion, il m'était facile de calculer ce qu'eussent été les réflexions en grandeur absolue si la polarisation des rayons eût été complète. En opérant ainsi, et c'est là une méthode qui peut s'appliquer en beaucoup d'autres cas, j'ai reconnu qu'avec la chaleur polarisée dans un plan perpendiculaire au plan d'incidence, la valeur de la réflexion vers l'angle de 60 degrés passe par un minimum voisin de zéro.

» Ainsi les phénomènes ressemblent de tous points à ceux que présente la chaleur solaire moyenne en se réfléchissant sur le verre. Seulement, si l'on cherche à reproduire les nombres que fournit l'expérience, en conservant les formules de Fresnel ou d'autres qui s'en rapprochent beaucoup, il faut, comme nous l'avons déjà indiqué, donner à la constante de ces formules une valeur égale à 1,66 environ; de plus, il faut remplacer celle de ces deux formules qui est relative au cas où le rayonnement incident est polarisé dans un plan perpendiculaire au plan de réflexion par celle que M. Cauchy y a substituée, formule qui, par l'introduction d'une constante nouvelle, satisfait à la condition de ne pas rendre rigoureusement nul le minimum relatif à l'incidence de polarisation maxima.

» Quant au sel gemme, qui, pour la chaleur avec laquelle j'opérais, se comporte comme le verre pour la lumière, tout se passe comme si les phénomènes de réflexion étaient rigoureusement représentés par les formules de Fresnel avec une valeur d'indice sensiblement égale à 1,48.

» Une manière commode de vérifier cette assertion consiste à mesurer, sous toutes les incidences comprises entre zéro et 65 degrés, la proportion dans laquelle les rayons employés se transmettent à travers une lame

de sel gemme bien pure et très-peu épaisse. Les résultats que donne l'expérience coïncident avec ceux du calcul dans l'hypothèse que j'ai énoncée. »

PHYSIQUE. — *Sur les lois de l'induction.* Note de **MM. Jamin** et **Roger**.

(Renvoi à la Section de Physique.)

« Dans une précédente communication, nous avons annoncé que la chaleur régénérée dans le circuit extérieur d'une machine magnéto-électrique, marchant avec une vitesse constante, suivait la même loi qu'avec une pile ordinaire. Notre machine était composée de six plateaux tournants, munis chacun de seize bobines assemblées *en tension*. Ces plateaux étaient eux-mêmes fixement réunis *en quantité*, c'est-à-dire que les pôles de même nom de chacun d'eux aboutissaient à deux points communs, d'où partait et où aboutissait le circuit extérieur. Depuis cette époque, notre machine a été remise à neuf, et des dispositions ont été prises pour combiner les divers plateaux de toutes les manières possibles. Nous allons faire connaître aujourd'hui les résultats qu'on obtient en en prenant 1, 2,..., 6,..., n, assemblés en quantités.

» Si l'on réunissait de la même façon n piles, de force électromotrice A et de résistance r, on constituerait un électromoteur unique de force A et de résistance $\frac{r}{n}$; l'intensité i du courant, avec une résistance extérieure x, serait

$$i = \frac{A}{\frac{r}{n} + x},$$

et la quantité de chaleur C régénérée dans cette circonstance serait donnée par la formule

$$C = \frac{A^2 r}{\left(\frac{r}{n} + x\right)^2}.$$

Or, en opérant avec 1, 2,..., 6,..., n plateaux, nous avons trouvé que la machine vérifiait cette formule, en posant pour A^2 et r les valeurs 813, 12 et 110.

» Voici quelques-uns de nos résultats :

Calories régénérées dans le circuit.

	2 plateaux.		3 plateaux.		4 plateaux.		5 plateaux.		6 plateaux.	
Résistance x.	Obs.	Calc.	Obs.	Calc.	Obs.	Calc.	Obs.	Calc.	Obs.	Calc.
7,52.....	1,27	1,56	2,72	3,14	4,75	4,98	6,20	7,01	8,35	8,36
15,04.....	2,30	2,48	4,55	4,58	6,65	6,77	9,05	8,91	10,85	11,00
22,56.....	2,86	3,05	5,18	5,24	7,45	7,32	9,57	9,24	10,71	10,99
30,08.....	3,26	3,37	5,62	5,50	7,35	7,37	9,30	9,02	10,51	10,45
46,40.....	3,69	3,67	5,66	5,47	7,00	6,91	8,20	8,02	9,05	9,01
69,60.....	3,81	3,65	5,33	5,02	5,90	6,00	6,76	6,74	7,40	7,32
92,08.....	3,70	3,41	4,49	4,50	5,09	5,21	5,60	5,81	5,60	6,13

» Les lois que nous venons d'établir ne doivent pas être considérées comme particulières à l'instrument qui nous a servi; nous les regardons comme s'appliquant à tous les électromoteurs de même sorte, comme exprimant les lois générales de l'induction.

» Désormais on pourra calculer l'effet de ces machines comme on calcule celui des piles, ce qui permettra d'en régler l'emploi avec intelligence; il suffira d'avoir déterminé les constantes A et r. Nous avons déjà, sur ces constantes, un renseignement sur lequel il faut insister.

» Quand il s'agit d'une pile à courant constant, la résistance intérieure r est celle des liquides contenus dans les auges; il n'en est point ainsi dans notre machine : r est un simple coefficient qui satisfait à la formule, mais qui est beaucoup plus grand que la résistance intérieure de l'un des plateaux; il est égal à 110 tours du rhéostat, et cette résistance n'en vaut que 16.

» Il faut donc admettre que, pour les courants très-courts et renversés qui se développent dans les plateaux au moment du passage des courants inducteurs, les bobines possèdent une résistance très-grande, très-supérieure à celle qu'on leur trouve avec des courants prolongés, à celle, en un mot, qui entre dans la formule de Ohm.

» Cette circonstance seule caractérise l'induction, puisque c'est le seul changement qui s'introduise dans les formules; mais seule elle suffit pour expliquer les effets observés. En effet, si la machine magnéto-électrique n'avait d'autre résistance que celle de ses fils, 6 plateaux assemblés en quantité vaudraient moins de 6 mètres de fil normal de cuivre; elle fonctionnerait comme une pile thermo-électrique, et, n'ayant point de résistance propre, elle ne donnerait ni lumière ni effets de tension.

» La tension est, au contraire, le caractère essentiel de l'induction; elle ne peut être produite que par un électromoteur de grande résistance, et,

en découvrant aujourd'hui que cette grande résistance existe dans les bobines au moment où elles deviennent le siége de l'induction, nous expliquons des effets jusqu'à présent incompréhensibles, et nous faisons concevoir la transformation de l'électricité dynamique en électricité de tension. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Des causes de désordre auxquelles sont soumises les boussoles des navires en fer; modifications à apporter dans la construction de leurs coques* (suite); *par* **M. Arson.**

(Commissaires précédemment nommés : MM. Fizeau, Edm. Becquerel, Dupuy de Lôme.)

« Les armatures appliquées sur les navires de guerre, et qui sont composées d'épaisses plaques de fer, exercent nécessairement sur la boussole de puissantes influences. Si elles se totalisaient, elles ajouteraient à l'action perturbatrice exercée déjà par la coque; mais, si on les disposait de façon à ce qu'elles se fissent équilibre, leur action serait détruite.

» Ce résultat est facile à obtenir. En effet, les plaques de blindage n'ont pas besoin d'être liées entre elles, et elles sont déjà séparées de la coque par d'épaisses couches de bois dur; la seule communication qu'elles aient avec cette coque est établie par les vis qui servent à les fixer en place. Or, si l'on se reporte à ce qui a été dit précédemment à l'égard des effets du contact, on est parfaitement fondé à conclure que tout déplacement du magnétisme entre ces plaques et la coque restera proportionnel à la section de ces vis, et, par conséquent, négligeable. Quant à l'isolement des plaques entre elles, l'espace le plus réduit suffit pour le produire, et l'interposition d'un corps étranger quelconque pourrait l'assurer.

» On a proposé de détruire l'influence du magnétisme, en immobilisant son action. Il suffirait pour cela, disait-on, de construire les navires en feuilles d'acier trempé et aimanté. Une telle solution est si impraticable, qu'il n'y aurait pas lieu de l'examiner, si elle ne fournissait l'occasion de constater une propriété intéressante du magnétisme. Ce fluide existe, en effet, dans l'acier trempé et aimanté, au même état de liberté que dans le fer doux : son action perturbatrice, dans un navire construit en acier trempé et aimanté, serait donc la même que dans un navire en fer.

» On vérifie ce principe avec une extrême facilité. Il suffit de présenter un barreau aimanté à une aiguille, en l'orientant convenablement. Lorsque le barreau est tenu dans un plan horizontal, perpendiculairement au plan d'inclinaison, l'attraction et la répulsion qu'il exerce par son état magnétique

libre se détruisent et ne modifient pas celles qu'il exerce par son état fixe. Aussi, l'attraction et la répulsion résultantes apparaissent-elles avec des puissances égales. Si le même barreau est tenu dans le sens de l'inclinaison, le pôle austral devient plus puissant que le pôle boréal. Or ils étaient précédemment égaux, donc l'accroissement pris par le pôle austral sur le pôle boréal est dû à l'action additionnelle du magnétisme libre. Celui-ci, en effet, ne change pas de sens lorsqu'on retourne le barreau et, par conséquent, augmente l'action du pôle austral qui lui est semblable, tandis qu'il diminue celle du pôle boréal qui lui est contraire.

» Une application en grand, précieuse par l'enseignement qu'elle fournirait, pourrait être bien facilement tentée sur la coque des avisos que l'État fait construire en ce moment. Ils sont exécutés par tronçons réunis suivant des maîtres-couples. Il suffirait d'intercaler dans l'assemblage une bande de cuivre et d'employer des rivets en bronze, pour réaliser une application complète. L'observation de la boussole, pendant une évolution entière faite par deux navires semblables, mais dont l'un n'aurait pas reçu l'application du procédé, donnerait à la fois la mesure du mal à corriger et celle de la valeur du moyen correctif employé. »

« **M. Trèves** informe l'Académie qu'il a communiqué à M. le Ministre de la Marine un projet de construction nouvelle des boussoles des navires, fondé sur le magnétisme de rotation. Depuis quelque temps, il a entrepris chez M. Ruhmkorff des expériences démontrant l'influence du cuivre rouge sur l'aiguille aimantée, quant à l'amplitude de ses oscillations. Amortir les mouvements accidentels de l'aiguille (si sujette, à bord, à être jetée de côté et d'autre), à la façon des galvanomètres de Weber, en appliquant la belle découverte d'Arago, tel a été le but de M. Trèves.

» De plus, la *masse* du plateau disposée en dessous de l'aiguille étant un incontestable élément d'influence, M. Trèves pense qu'il y a peut-être lieu d'espérer qu'il y aura, dans de semblables dispositions, un élément d'atténuation de l'influence magnétique des coques en fer.

» Les expériences de M. Arson tendraient à le faire croire; mais l'expérience, seule, à bord, en temps et lieu, pourra jeter quelque lumière sur ce point.

» L'idée de M. Trèves repose donc sur une application du magnétisme de rotation, et c'est celle qui sera bientôt expérimentée. Les habitacles seraient désormais en cuivre rouge épais, et l'on installerait, au-dessous de chaque rose, un épais plateau horizontal du même métal. L'expérience qui

sera faite nous éclairera sur les épaisseurs à donner au métal et sur leur influence. »

(Commissaires : MM. Fizeau, Edm. Becquerel, Dupuy de Lôme.)

M. T. Desmartis adresse deux Notes, ayant pour titres : « Inoculations des virus aux végétaux » et « Note sur la guérison des vers à soie ». L'auteur pense que les préparations phéniques peuvent détruire la maladie qui pèse si lourdement sur l'industrie séricicole.

(Renvoi à la Commission de Sériciculture.)

M. Dumas, à propos de la Note qui précède, confirme les nouvelles qu'il a transmises à l'Académie dans la séance précédente, au sujet de la supériorité des résultats obtenus par M. Pasteur sur tous les autres procédés employés jusqu'ici.

M. Le Morvan, en adressant à l'Académie un exemplaire de son « Traité sur le choléra indien », joint à cet envoi une Note concernant l'efficacité du sulfate de quinine, et les droits qu'il pense avoir à la priorité pour l'emploi de ce traitement.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un volume des « Œuvres de *É. Verdet*, publiées par les soins de ses élèves ». Ce volume, le premier paru d'une collection qui en comprendra huit, est le tome Ier du Cours de Physique professé à l'École Polytechnique : il est publié par *M. Ém. Fernet.*

M. le Secrétaire perpétuel donne lecture à l'Académie des principaux articles de la donation faite à l'Académie, par *Mme veuve Poncelet*, d'une somme de *cinquante mille francs* « qui devra être exclusivement affectée à la fondation d'un prix destiné à récompenser l'auteur français ou étranger du travail jugé par l'Académie des Sciences le plus utile pour les progrès des Mathématiques pures ou appliquées ».

(Renvoi à la Commission administrative.)

M. W. Jenker, de Berlin, en informant l'Académie qu'il est l'auteur du Mémoire adressé au concours du prix Bordin pour 1867 avec l'épigraphe *Sine experientiâ nihil sufficienter sciri potest*, Mémoire auquel une médaille a été décernée, adresse ses remercîments.

PHYSIQUE. — *Sur les courants secondaires et leurs applications*. Note de M. G. Planté, présentée par M. Edm. Becquerel.

« L'observation de l'intensité du courant secondaire développé dans un voltamètre à électrodes de plomb m'a conduit, en 1860, à la construction d'une *pile* ou *batterie secondaire*, permettant d'accumuler, jusqu'à une certaine limite, le travail de la pile voltaïque (1). Je viens faire connaître aujourd'hui les nouvelles dispositions que j'ai données à cet appareil, ainsi que les effets de *quantité* et de *tension* qu'il permet d'obtenir.

» L'instrument que je désigne sous le nom de *batterie secondaire de quantité* se compose d'un vase rectangulaire en gutta-percha, muni de rainures latérales très-rapprochées les unes des autres et contenant un plus ou moins grand nombre de lames de plomb immergées dans de l'eau acidulée par l'acide sulfurique. Les lames de rang impair sont réunies ensemble et peuvent être mises en communication avec l'un des pôles d'une pile; les lames de rang pair sont également réunies et peuvent être mises en relation avec l'autre pôle, de sorte que toutes les lames ne forment qu'un seul élément secondaire de grande surface.

» En faisant agir pendant quelque temps, sur un appareil de ce genre, formé de six lames de plomb carrées, de 20 centimètres de côté, le courant de deux petits couples à acide nitrique, de 7 centimètres de hauteur, et en interrompant ensuite son action, à l'aide d'un commutateur, pour fermer le circuit secondaire, on obtient l'incandescence temporaire d'un fil de platine de 1 millimètre de diamètre et de 8 centimètres de longueur, résultat qu'il serait impossible de produire avec la faible source fournissant le courant principal.

» Pour obtenir des effets plus puissants, j'ai construit des batteries de vingt et de quarante lames de plomb réunies en surface; ces batteries produisent des effets calorifiques très-intenses, tels que la fusion de tiges de fer ou d'acier, après avoir été chargées avec une pile composée seulement de deux ou trois couples de Bunsen, de 15 à 20 centimètres de hauteur.

(1) *Comptes rendus*, 1860, t. L, p. 640.

» Dans la production d'un grand nombre d'effets de l'électricité voltaïque, la *quantité* de l'électricité fournie par le courant ne suffit pas, si elle n'est accompagnée d'une certaine *tension*. M. Thomsen, de Copenhague, a fait connaître en 1865 (1) une *batterie de polarisation* basée sur le courant produit par des électrodes de platine platiné, et à l'aide de laquelle il a obtenu une série de courants secondaires assez rapprochés pour fournir un courant continu d'une *tension* supérieure à celle du courant principal.

» J'ai pensé qu'on pourrait utiliser le courant si intense fourni par les électrodes de plomb pour la production d'effets temporaires d'une grande tension, et j'ai atteint ce but en disposant les couples secondaires de manière à pouvoir être chargés simultanément en *quantité*, et déchargés ensuite en *tension*.

» La *batterie secondaire de tension* que j'ai construite se compose de quarante couples secondaires, formés chacun d'un vase très-étroit en gutta-percha, contenant deux lames de plomb de 20 sur 20 centimètres, immergées dans l'eau acidulée. Les pôles de tous les couples, contenus dans une même boîte, aboutissent à un commutateur à bascule fixé à l'appareil et ayant pour objet de les réunir, soit en surface, soit en tension.

» Si l'on charge cette batterie, à l'aide de trois éléments de Bunsen de moyenne dimension, et qu'on abaisse la bascule du commutateur de manière à fermer le circuit secondaire, on peut produire l'incandescence, pendant quelques instants, d'un fil de platine de plus de 2 mètres de longueur et de $\frac{1}{4}$ de millimètre de diamètre. On met aussi en évidence des décompositions chimiques qui exigent une grande tension; on produit des effets physiologiques et un arc voltaïque de courte durée. On obtient, en un mot, d'une manière temporaire, les effets que donnerait, d'une manière continue, une pile de cinquante-cinq à soixante éléments à acide nitrique, associés en tension, et d'une surface égale à celle des couples secondaires.

» Les effets calorifiques produits par cet appareil pourraient être appliqués à l'inflammation des mines, et les effets physiologiques à l'art médical.

» En résumé, la batterie secondaire à électrodes de plomb, sous les deux formes indiquées ci-dessus, permet d'obtenir : soit de puissants effets temporaires d'électricité de *quantité*, avec une source d'électricité continue de faible *quantité*; soit de puissants effets temporaires de *tension*, avec une source d'électricité continue de faible *tension*.

» Sans doute, la condensation du travail de la pile n'est obtenue ici que

---

(1) *Annalen der Telegraphischen Vereins*, yahr XII.

par l'intermédiaire d'une action chimique, et s'opère avec les pertes inévitables dans tout organe de transformation; il n'y a pas, comme dans l'induction, par exemple, production directe d'un effet physique par une autre action physique; mais le résultat final n'en est pas moins une accumulation ou une modification de la force électrique, qu'on peut utiliser dans certaines circonstances.

» Ces faits montrent d'ailleurs l'importance du rôle que doivent jouer les courants secondaires dans l'électrochimie, et les applications qui peuvent en résulter. »

CHIMIE. — *Sur la préparation des sulfures de fer et de manganèse.* Note de **M. Sidot**, présentée par M. Edm. Becquerel.

« J'ai montré dans une Note précédente (1) comment j'étais arrivé à reproduire certains sulfures naturels avec les formes qu'ils affectent dans la nature : j'ai essayé d'appliquer les procédés dont je m'étais déjà servi à la préparation d'autres sulfures, en particulier à ceux de fer et de manganèse.

» J'ai obtenu avec le fer deux sulfures remarquables : 1° le protosulfure cristallisé; 2° le sulfure magnétique, doué de la polarité magnétique.

» Pour arriver à ce résultat, je fais passer sur de l'oxyde de fer magnétique, préparé artificiellement, chauffé au rouge blanc, un courant d'acide sulfhydrique sec. Au début de l'opération, il se dégage de la vapeur d'eau et de l'acide sulfureux, et au bout de deux heures environ tout l'oxyde magnétique est transformé en sulfure de fer parfaitement fondu. En élevant alors la température, on remarque un dégagement assez abondant de vapeurs de soufre, ce qui indique déjà que le sulfure formé se décompose dans ces conditions. Si alors, après refroidissement, on casse le tube de porcelaine qui a servi à faire l'opération, on trouve la partie froide tapissée de beaux cristaux de sulfure de fer hexagonal; la partie chauffée contient encore une masse unique de sulfure de fer, ou une série de globules qui ont évidemment subi la fusion.

» Les cristaux de sulfure hexagonal présentent, comme ceux de blende, une couleur variable du noir au jaune citron. M. Friedel, qui a bien voulu les examiner, a reconnu que leur forme était celle du prisme hexagonal régulier, modifié par le prisme tangent : malheureusement les modifications n'ont pu être mesurées.

(1) *Comptes rendus*, t. LXII, 1866.

» Ces cristaux traités par l'acide chlorhydrique étendu se dissolvent très-facilement avec dégagement d'acide sulfhydrique, sans qu'il y ait dépôt de soufre. Ils offrent donc nettement les caractères des protosulfures avec lesquels ils sont isomorphes; du reste, ce sulfure n'est nullement magnétique. Sa formation s'explique facilement, en remarquant que l'oxyde magnétique de fer donne naissance au sulfure correspondant Fe^3S^4, et ce sulfure à une température très-élevée donne du soufre qui se dégage, et du protosulfure de fer FeS qui se volatilise et vient cristalliser sous forme de prismes hexagonaux dans les parties moins chauffées du tube.

» Le sulfure fondu qui est resté dans le tube est jaune grisâtre, d'aspect métallique comme la pyrite naturelle; traité par l'acide chlorhydrique, il est attaqué facilement avec dépôt de soufre. Il est donc naturel, vu les conditions dans lesquelles il s'est formé, de le regarder comme un sulfure magnétique Fe^3S^4. Non-seulement ce sulfure est magnétique, mais il présente des pôles comme un véritable aimant; il est donc magnéti-polaire. En outre, chauffé même au rouge, il ne perd pas ses propriétés magnétiques, ce qui se comprend parfaitement quand on réfléchit aux conditions dans lesquelles il a été formé.

» J'ai souvent obtenu ce sulfure sous forme de petits globules lenticulaires qui prennent alors quand on approche un aimant un mouvement de gyration très-curieux. Ce phénomène est, je crois, le premier de ce genre obtenu avec des composés reproduits artificiellement; j'ajouterai, dès à présent, que l'oxyde de fer magnétique m'a donné des résultats du même genre.

» Le protosulfure de manganèse cristallisé peut se préparer, comme la blende, en faisant passer un courant d'acide sulfhydrique sec sur du sulfure de manganèse; j'ai obtenu ainsi des prismes hexagonaux jaune-verdâtre, qui, avec la lumière polarisée, se comportent comme la blende hexagonale, ainsi que l'a vérifié M. Friedel. En même temps il se produit des groupements de petits cristaux lamellaires très-brillants sous forme de croix ou de carrés, ainsi qu'on le voit très-nettement sur des échantillons que j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie.

» La direction de l'axe polaire de la pyrite de fer fondu paraît être en rapport avec la position des matières, au moment de leur formation, par rapport à l'axe magnétique du globe. Je m'occupe, du reste, de cette question, tant pour l'oxyde magnétique que pour la pyrite, et j'aurai l'honneur de soumettre à l'Académie les résultats auxquels je pourrai parvenir. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Recherches sur la dissociation de certains chlorures ammoniacaux; par* **M. F. Isambert**.

« Les expériences de Davy, suivies bientôt des recherches de MM. Persoz, H. Rose et R. Kane, ont montré qu'un grand nombre de chlorures métalliques pouvaient absorber le gaz ammoniac sec et former avec lui des composés définis. Ces composés sont capables, le plus souvent, de céder le gaz qu'ils ont absorbé si on les laisse exposés à l'air, ou bien si l'on élève leur température. C'est ainsi, par exemple, que Faraday est parvenu à liquéfier facilement le gaz ammoniac sec en chauffant en vase clos la combinaison que donne ce gaz avec le chlorure d'argent sec. Ces composés paraissent donc capables de se dissocier facilement, et l'étude de leur dissociation peut se faire par les procédés que M. H. Debray a employés dans l'étude de la dissociation du carbonate de chaux. Ce sont les principaux résultats de ces recherches que je me propose de faire connaître.

» 1° *Chlorure d'argent.* — Le chlorure d'argent, placé dans un courant de gaz ammoniac, l'absorbe pour former, suivant la température, deux composés : 1° au-dessus de 20 degrés, il donne la combinaison déjà connue $2AgCl, 3AzH^3$; 2° entre zéro et 15 degrés, il forme un composé non encore signalé $AgCl, 3AzH^3$.

» L'étude des tensions du gaz ammoniac dégagé de l'une ou de l'autre de ces combinaisons montre que la pression reste constante si la température est elle-même constante, alors même qu'on enlève, après chaque détermination, une assez grande quantité du gaz contenu dans le chlorure. Lorsque la température s'élève, la tension de l'ammoniaque croît avec elle, et si l'on vient à tracer la courbe des pressions obtenues en opérant à diverses températures, on reconnaît que la forme de cette courbe est du même genre que celle des forces élastiques de la vapeur d'eau à diverses températures. Mais, en outre, si l'on prend comme point de départ le composé le plus riche en ammoniaque $AgCl\,3AzH^3$, on observe, après avoir enlevé une quantité suffisante de gaz, que les pressions deviennent variables pendant quelques instants pour reprendre bientôt une nouvelle valeur constante, celle qui caractérise le composé $2AgCl\,3AzH^3$ (1). Quant à ce dernier composé, il se décompose intégralement en donnant à une

(1) C'est un fait analogue à celui que M. H. Debray a déjà signalé dans ses recherches sur la force élastique de la vapeur d'eau émise par les sels hydratés (*Comptes rendus,* t. LXVI, p. 194; 1868).

température constante une pression toujours constante tant qu'il reste de l'ammoniaque unie au chlorure d'argent. Nous pouvons donc envisager le nouveau composé $AgCl\,3AzH^3$ comme formé par la combinaison de l'ammoniaque et du composé $2AgCl\,3AzH^3$.

» A 21 degrés, la tension du gaz dégagé du composé $AgCl\,3AzH^3$ est de 800 millimètres. Ce corps ne se formera donc pas si le gaz ammoniac est en contact avec le chlorure d'argent à cette température et à la pression atmosphérique; à 68 degrés, le chlorure d'argent n'absorbera, à la pression ordinaire, pas trace d'ammoniaque, la tension de dissociation du composé $2AgCl\,3AzH^3$ étant alors de 760 millimètres. Je ferai remarquer, comme vérification, qu'on peut liquéfier le gaz ammoniac dans l'appareil de Faraday avec l'un ou l'autre de ces composés; seulement la température de la branche refroidie étant dans les deux cas de 13°,5 environ, il faut chauffer l'autre branche à 56 degrés dans l'un des cas et à 103 degrés dans l'autre, c'est-à-dire que dans les deux cas il est nécessaire d'élever la température de 36 degrés environ au-dessus de celle qui correspond à la pression atmosphérique.

» 2° *Iodure et cyanure d'argent.* — Ces deux corps absorbent peu de gaz ammoniac et donnent des composés dont la formule n'a pas d'analogie avec celles des deux combinaisons du chlorure d'argent. Du reste, la tension de dissociation est constante à la même température comme dans le cas précédent.

» 3° *Chlorure de calcium.* — Le chlorure de calcium absorbe le gaz ammoniac en très-grande quantité : j'ai obtenu, outre les deux composés connus $CaCl\,AzH^3$ et $CaCl\,2AzH^3$, un troisième composé plus riche en ammoniaque $CaCl\,4AzH^3$. Les tensions de dissociation de ces deux derniers composés sont constantes à la même température et croissent à peu près suivant la même loi que celles du chlorure d'argent ammoniacal avec la température. Comme dans le cas du chlorure d'argent, en enlevant peu à peu de l'ammoniaque au composé le plus riche, on ne tarde pas à retrouver le corps $CaCl\,2AzH^3$, caractérisé par des tensions de dissociation, constantes à la même température, mais plus faibles que dans le cas précédent. Le corps $CaCl\,AzH^3$ n'a pas encore été étudié d'une manière suffisante, à cause de la température plus élevée à laquelle il se décompose.

» 4° *Iodure de calcium.* — Ce corps forme un composé $CaI\,3AzH^3$ non étudié jusqu'à ce jour, qui se dissocie d'après les mêmes lois que les corps précédents. Il existe encore au moins une deuxième combinaison qu'il ne m'a pas encore été possible de déterminer avec exactitude.

» 5° *Chlorure de zinc et de magnésium.* — L'action du gaz ammoniac sur ces chlorures m'a fourni en premier lieu deux composés nouveaux de même composition $ZnCl\,3AzH^3$ et $MgCl\,3AzH^3$. Ces corps se comportent exactement comme les précédents; seulement l'étude des tensions de décomposition du chlorure de zinc ammoniacal m'a fait retrouver les deux composés déjà connus $ZnCl\,2AzH^3$ et $ZnCl\,AzH^3$ sur lesquels la chaleur agit comme sur les précédents.

» 6° *Protochlorure de mercure.* — L'étude des tensions de dissociation du composé $Hg^2Cl\,AzH^3$ qu'on obtient donne les mêmes résultats que ceux fournis par les corps dont j'ai déjà parlé; seulement, comme il n'y a qu'un seul composé, le phénomène est en pareil cas bien plus net.

» Ainsi le gaz ammoniac absorbé par les chlorures s'en dégage suivant les mêmes lois que l'acide carbonique, du carbonate de chaux; seulement, comme il est facile en pareil cas d'obtenir un grand nombre de températures à peu près constantes et aisément mesurables, on a l'avantage de suivre dans une grande étendue de l'échelle thermométrique la marche du phénomène; on peut reconnaître, de la sorte, que dans tous ces cas il est légitime d'assimiler, comme l'a fait M. H. Sainte-Claire Deville, la dissociation à la production des vapeurs saturées (1).

» Ces expériences m'ont conduit à examiner aussi ce qui arrive lorsque le gaz ammoniac est absorbé par des corps avec lesquels il ne forme pas de combinaison, comme le charbon. J'ai reconnu alors que la tension du gaz ammoniac dégagé n'est plus constante avec la température; elle diminue très-rapidement à mesure qu'on diminue la quantité de gaz contenu dans l'appareil. Le charbon qui a absorbé de l'ammoniaque se comporte donc exactement comme le ferait une dissolution d'oxygène ou d'acide carbonique dans l'eau. Les phénomènes de combinaison étant caractérisés par la constance de la pression à la même température, tant que le composé n'est pas entièrement détruit, la dissolution le sera par la variabilité de la même pression.

» Comme conséquence, l'étude des tensions du gaz ammoniac dégagé de sa solution aqueuse m'ayant montré que la pression du gaz ammoniac est variable d'une manière continue à mesure qu'on enlève du gaz, j'en conclus, ce qui est généralement admis, qu'à la température et à la pression ordinaires, l'eau ne se combine pas au gaz ammoniac. Il serait possible qu'à une température assez basse, ou sous une pression assez forte, il y eût

---

(1) *Leçons sur la dissociation professées devant la Société Chimique*, année 1864, p. 51.

combinaison, mais cette combinaison serait détruite dans les conditions ordinaires de température et de pression.

» Tels sont les principaux résultats que j'ai déjà obtenus d'une série de recherches entreprises sur ce sujet, au laboratoire de chimie de l'École Normale supérieure. Je me propose de continuer ce travail en l'étendant, autant que possible, à un très-grand nombre de composés de ce genre. »

MÉCANIQUE. — *Sur un théorème de Mécanique.* Note de **M. R. Radau**, présentée par M. d'Abbadie.

« On sait que les équations différentielles du mouvement d'un système libre ont la forme canonique, et que les intégrales des forces vives et des aires subsistent, soit qu'on prenne pour origine des coordonnées un point fixe, ou qu'on rapporte tout au centre de gravité du système. Or on peut démontrer que, dans le mouvement d'un système libre de $n+1$ corps soumis seulement à leurs attractions mutuelles, il existe $n+1$ centres qui ont chacun pour n corps les mêmes propriétés que le centre de gravité possède pour le système entier. Rapporté à l'un de ces centres, le mouvement de n corps du système a lieu comme autour d'un point fixe. Pour trouver ces centres, que j'appellerai les *points canoniques*, il suffit d'attribuer à tous les corps des masses fictives égales aux racines carrées de leurs masses véritables, et à leur centre de gravité une masse $\sqrt{m}$, égale à la racine carrée de la masse totale m du système, puis de chercher les $n+1$ centres de gravité de la masse $\sqrt{m}$ combinée successivement avec chacune des masses $\sqrt{m_i}$.

» Pour abréger le discours, j'appellerai le corps m_0 le *corps principal*, les n autres les *planètes*, le point canonique étant le centre de gravité des masses $\sqrt{m}$ et $\sqrt{m_0}$. Soit S le lieu du corps principal, P le centre de gravité des planètes, A celui du système entier, B le point canonique relatif à S. Les points A et B se trouvent sur la droite SP, et l'on a, en prenant $m_0 = 1$,

$$\mathrm{SB}:\mathrm{SA}:\mathrm{BP}::\frac{1}{1+\sqrt{m}}:\frac{1}{\sqrt{m}}:\frac{1}{m-1}.$$

» Dans le cas du système solaire, si S est le Soleil, $\sqrt{m} = 1,00067$; le point B occupe alors le milieu de SA et se trouve toujours en dedans de la surface solaire.

» Soient x_i, y_i, z_i les coordonnées des différents corps, et X, Y, Z celles de leur centre de gravité A, rapportées à une origine fixe; ξ_i, η_i, ζ_i les

coordonnées des mêmes corps par rapport à B, nous aurons

$$mX = x_0 + m_1 x_1 + \ldots, \quad \frac{d^2 X}{dt^2} = 0, \quad m_i \frac{d^2 x_i}{dt^2} = \frac{dU}{dx_i}, \quad T - U = H, \ldots,$$

et, par définition,

$$x_i - x_h = \xi_i - \xi_h,$$
$$-(1 + \sqrt{m})\,\xi_0 = \sqrt{m}\,(X - x_0) = m_1 \xi_1 + m_2 \xi_2 + \ldots,$$
$$x_i - X = \xi_i + \frac{1}{\sqrt{m}} \xi_0,$$

des relations identiques ayant lieu pour les axes des y et des z. Les ξ_o, η_o, ζ_o étant des fonctions linéaires des autres ξ, η, ζ, on voit que les $3n + 3$ coordonnées ξ, η, ζ ne représentent que $3n$ variables indépendantes, auxquelles il faut adjoindre X, Y, Z pour remplacer les x, y, z (*). Je désignerai encore par ρ_i les distances des différents corps au point B, par r_{ih} leurs distances mutuelles, par σ_{ih} le cosinus de l'angle de deux rayons vecteurs ρ_i, ρ_h, et je poserai

$$U = \mu \sum \frac{m_i m_h}{r_{ih}}, \quad R = U - \sum \frac{\mu_h m_h}{\rho_h}.$$

Nous avons

$$\rho_i^2 = \xi_i^2 + \eta_i^2 + \zeta_i^2, \quad \rho_i \rho_h \sigma_{ih} = \xi_i \xi_h + \eta_i \eta_h + \zeta_i \zeta_h,$$
$$r_{ih}^2 = (\xi_i - \xi_h)^2 + (\eta_i - \eta_h)^2 + (\zeta_i - \zeta_h)^2 = \rho_i^2 + \rho_h^2 - 2\rho_i \rho_h \sigma_{ih},$$

et il est facile de voir que les distances des planètes au corps principal, ou les r_{oh}, s'expriment, comme leurs distances mutuelles, par les fonctions ρ_i^2 et $\rho_i \rho_k \sigma_{ik}$ dans lesquelles les indices i et k sont différents de zéro, de sorte qu'on a

$$r_{oh}^2 = \sum (\alpha \rho_i^2 + \beta \rho_i \rho_k \sigma_{ik}).$$

On peut en conclure que

$$\eta_i \frac{dU}{d\xi_i} - \xi_i \frac{dU}{d\eta_i} = \sum^{h} \frac{\eta_i \xi_h - \xi_i \eta_h}{\rho_i \rho_h} \frac{dU}{d\sigma_{ih}} \quad \text{et} \quad \sum^{i} \left(\eta_i \frac{dU}{d\xi_i} - \xi_i \frac{dU}{d\eta_i} \right) = 0.$$

A cause de $\xi_i - \xi_h = x_i - x_h$, nous pourrons écrire, en traitant pour un

(*) On s'assure aisément que les relations linéaires ci-dessus expriment une substitution orthogonale entre les variables $\sqrt{m_0}\,x_0$, $\sqrt{m_1}\,x_1$, ... d'une part, et $\sqrt{m}\,X$, $\sqrt{m_1}\,\xi_1$, $\sqrt{m_2}\,\xi_2$, ... de l'autre, de sorte que nous rentrons dans la transformation indiquée par Jacobi [*Sur l'élimination des nœuds dans le problème des trois corps* (*Compte rendu* de la séance du 8 août 1842)]. Cette remarque suffirait pour démontrer les propriétés du point B.

moment ξ_0 comme une variable indépendante (ce qu'indique la parenthèse),

$$\frac{dU}{dx_i} = \left(\frac{dU}{d\xi_i}\right).$$

Il s'ensuit, en ayant égard aux équations du mouvement, que

$$\frac{d^2}{dt^2}\left(\xi_i + \frac{1}{\sqrt{m}}\xi_0\right) = \frac{d^2}{dt^2}(x_i - X) = \frac{1}{m_i}\left(\frac{dU}{d\xi_i}\right),$$

$$\left(1 + \frac{1}{\sqrt{m}}\right)\frac{d^2\xi_0}{dt^2} = \frac{d^2}{dt^2}(x_0 - X) = \left(\frac{dU}{d\xi_0}\right),$$

ce qui donne

$$m_i\frac{d^2\xi_i}{dt^2} = \left(\frac{dU}{d\xi_i}\right) - \frac{m_i}{1+\sqrt{m}}\left(\frac{dU}{d\xi_0}\right) = \left(\frac{dU}{d\xi_i}\right) + \left(\frac{dU}{d\xi_0}\right)\frac{d\xi_0}{d\xi_i},$$

ou bien

$$m_i\frac{d^2\xi_i}{dt^2} = \frac{dU}{d\xi_i}.$$

Il suffit de multiplier cette équation par $d\xi_i$ et d'ajouter les analogues pour obtenir l'intégrale des aires $T_0 - U = H_0$, où T_0 ne renferme que les vitesses des planètes (la différence des constantes, $H - H_0$, représente la force vive du centre de gravité A). Ensuite on a, en remplaçant $\frac{dU}{d\xi_i}$ dans l'équation obtenue plus haut, et en intégrant,

$$\sum m_i\left(\eta_i\frac{d\xi_i}{dt} - \xi_i\frac{d\eta_i}{dt}\right) = C_3,$$

ce qui est l'une des trois intégrales des aires. On démontre facilement que les constantes C sont précisément les mêmes qui déterminent le plan invariable passant par le centre de gravité A, d'où il suit que les plans invariables des points canoniques sont tous parallèles à celui du point A.

» On peut maintenant regarder ρ_i comme le rayon vecteur d'une ellipse variable de paramètre p_i, dont le foyer est en B, et désigner par $\sqrt{p_i\mu_i}\,dt$ le double de l'aire que ρ_i décrit dans le temps dt; la différentiation donne alors

$$\frac{d^2\rho_i}{dt^2} = \frac{\mu_i p_i}{\rho_i^3} - \frac{\mu_i}{\rho_i^2} + \frac{1}{m_i}\frac{dR}{d\rho_i},$$

où R est la fonction perturbatrice définie plus haut. Si l'on désigne encore par a_i le demi-grand axe d'une orbite, par α_i, β_i, γ_i les trois cosinus qui en déterminent le plan, et par a_{ih}, b_{ih}, c_{ih} les cosinus qui déterminent le plan

du triangle formé par ρ_i et ρ_h, le principe des aires donne

$$\sum m_i \alpha_i \sqrt{\mu_i p_i} = C, \ldots,$$

et le principe des forces vives, en ayant égard à l'équation $v^2 = \frac{2\mu}{\rho} - \frac{\mu}{a}$ du mouvement elliptique,

$$R + H_0 + \frac{1}{2} \sum \frac{\mu_h m_h}{a_h} = 0.$$

On a encore

$$\eta_i \xi_h - \xi_i \eta_h = \rho_i \rho_h \sqrt{1 - \sigma_{ih}^2}\, a_{ih},$$

et, en vertu d'une relation établie plus haut,

$$m_i \sqrt{\mu_i} \frac{d(\alpha_i \sqrt{p_i})}{dt} = \sum a_{ih} \sqrt{1 - \sigma_{ih}^2} \frac{dR}{d\sigma_{ih}}, \ldots.$$

» On peut ainsi déterminer les éléments variables des ellipses que les planètes décrivent autour du point B. »

ZOOLOGIE. — *Observations sur une éponge remarquable de la mer du Nord.* Note de **M. S. Lovén**, présentée par M. Milne Edwards.

« Le Musée zoologique national de Stockholm possède deux spécimens d'une éponge siliceuse, retirés des grandes profondeurs de la mer du Nord, qui m'ont paru mériter une étude sérieuse. Leur forme extérieure est assez particulière : une tête en massue, portée par une tige grêle trois fois plus longue et fixée par des racines nombreuses ; le tout ayant une hauteur de 52 millimètres seulement. La face supérieure aplatie de la tête présente un seul orifice pour la sortie des courants, dans le fond duquel on voit des canaux pénétrer dans l'intérieur. La tête ainsi que la tige sont couvertes d'une peau mince mais assez forte, dont les spicules, petits, simples, arqués et très-serrés, forment un duvet très-fin. Si l'on enlève la peau de la tige, celle-ci paraît être formée de filaments un peu tordus en spirale ; mais, sous l'action de l'acide nitrique bouillant, elle se dissout en un grand nombre de spicules en forme d'aiguilles fusiformes, renflées vers le milieu et pourvues d'un canal central fermé aux deux bouts. La plupart de ces aiguilles sont simples, d'autres ont des formes dérivées plus compliquées. Dans le plus grand nombre, le canal central ne donne pas de branches dans le renflement médian ; mais, quand celui-ci devient un peu plus grand, on voit le canal central émettre deux petits canaux transversaux et opposés. C'est le premier commencement de deux rameaux, qui doivent finir en forme

de croix. La production de rameaux se fait de la même manière sur d'autres points de l'aiguille, et leur apparition est toujours suivie d'un prolongement du canal central. La tige se continue dans l'intérieur de la tête, au delà de son centre. Là, d'autres faisceaux de spicules de la même forme, insérés dans la tige, se dirigent en dehors, de toutes parts et en se subdivisant jusque sous la peau. Leurs interstices sont remplis de parenchyme. Les racines sont des prolongements de la peau de la tige, des filets nombreux inégaux, d'une substance incolore couverte d'une couche mince jaunâtre, qui manque peut-être de spicules, et par laquelle sont comme agglutinés des grains de sable, des spongolithes, des polythalames, etc.

» Si l'on brise la tige de cette éponge au milieu, et si, en laissant de côté sa partie inférieure avec les racines, on place la tête sur sa face aplatie, le tronçon de la tige étant dirigé en haut, on a le pendant de la *Hyalonema*, qui, depuis trente ans, est l'objet d'opinions si diverses, et dans laquelle Valenciennes reconnut le premier une vraie éponge. De l'autre côté, si l'on renverse le *Hyalonema* des auteurs, dans l'état jusqu'ici considéré complet, c'est-à-dire avec son *éponge* et son *cordon* de filaments siliceux, on a le pendant de notre éponge, arrachée du fond de la mer, où la partie inférieure de la tige rompue serait restée adhérente, comme cela arrive si souvent pour certaines pennatules. Ainsi posée, la *Hyalonema* présente, à la surface aplatie de sa tête, plusieurs orifices pour la sortie des courants, parfaitement décrits par M. Schultze, à qui l'on doit aussi une description de la structure interne de la tête, qui convient très-bien à celle de notre éponge. Le même auteur a également établi d'une manière certaine, que, dans tous les individus jusqu'ici connus de la *Hyalonema*, les filaments du cordon sont brisés un peu au delà du renflement médian, ce qui prouve que la tête et la partie supérieure de la tige ont été séparées avec violence de la partie basilaire. Ces filaments sont des spicules énormes, mais du même type que ceux de notre petite éponge, et les formes dérivées sont les mêmes. Il y a chez la *Hyalonema Sieboldi* d'autres spicules, du type des amphidisques, qui manquent complétement dans mes individus de l'éponge de la mer du Nord. Il est à remarquer, cependant, que, dans la spongille, où l'on connaît le mieux les amphidisques, ils entrent dans la formation de l'enveloppe des gemmules, et, par conséquent, leur absence pourrait bien s'expliquer par le jeune âge de mes exemplaires, ou peut-être même par une séparation des sexes chez ces éponges.

» Chez la *Hyalonema Sieboldi*, M. Schultze a remarqué sur la surface latérale un grand nombre d'ouvertures circulaires de conduits pénétrant

dans l'intérieur. Il n'y a rien de pareil dans mon espèce. Mais il faut observer que dans la membrane rouge qui les tapisse, M. Schultze découvrit les organes urticants et les tentacules d'un anthozoaire parasite, de sorte que ces trous, au lieu d'appartenir réellement à l'éponge, peuvent bien être, dans leur étact actuel au moins, l'ouvrage et l'habitation de ce parasite.

» En résumé, si l'on considère que les différences signalées entre notre éponge et le genre *Hyalonema* paraissent dépendre ou de l'âge et du degré de développement, ou d'une observation incomplète, tandis que, de l'autre côté, il y a des ressemblances très-grandes dans les caractères les plus essentiels, comme la forme générale, la situation des orifices pour la sortie des courants, la disposition des spicules et du parenchyme dans l'intérieur de la tête et de la tige et la forme des spicules, il me semble qu'on ne peut pas douter que la petite éponge que je viens de décrire ne doive être regardée comme une jeune *Hyalonema* dans l'état complet. Je propose donc de la nommer *H. boréale*. Dans l'état actuel de nos connaissances, il n'est pas convenable d'en faire un genre nouveau.

» Si l'on compare à cette *Hyalonema* certaines éponges fossiles de la formation crétacée, décrites sous le nom générique de *Siphonia*, comme par exemple l'espèce figurée comme *Siphonia pysiformis* par J.-D.-C. Sowerby dans Fitton (*Transactions de la Société géologique de Londres*, 2e série, t. IV, *Pl.* XV, a), on est frappé de leur ressemblance, et il est évident qu'il existe entre ces deux genres une affinité très-grande. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Étude comparative des organes génitaux du lièvre, du lapin et du léporide.* Note de **M. S. Arloing**, présentée par M. Ch. Robin.

« Les études anatomiques qui font le sujet du Mémoire que résume cette Note ont été exécutées sur des *léporides* de demi-sang, reproduits *inter se*.

» Ainsi un fils et une fille nés du lièvre mâle, ou *bouquin*, et de la lapine, accouplés ensemble, ont donné une *première portée* de léporides dont faisaient partie le mâle et la femelle que j'ai décrits.

» Lorsqu'un lièvre mâle ou *bouquin* féconde une lapine, il se montre apte à féconder presque toutes celles qu'on lui présente (Gayot). Dans ce cas, malgré l'espèce de répulsion qu'il éprouve pour la lapine, ce bouquin, poussé par des désirs génésiques auxquels il ne peut plus résister, se livre avec fureur au coït; et ce lièvre, qui vainc son dégoût une

première fois, le vaincra une deuxième, une troisième fois; en un mot, il fécondera presque toutes les femelles avec lesquelles il sera mis en rapport.

» On pourra nous objecter que nous plaçons tous les obstacles, toutes les résistances du côté du mâle, et que la lapine, elle aussi, peut ressentir la même répulsion qu'éprouve le lièvre. Nous ne contesterons pas cette deuxième partie de l'objection; pourtant, à cela nous répondrons que le dégoût de la femelle ne peut avoir les mêmes conséquences que celui du mâle.

» En effet, la lapine peut s'opposer jusqu'à un certain point à l'accouplement; mais si elle se laisse vaincre par le lièvre, elle n'est plus qu'un être passif obligé de supporter le coït et ses suites. La production de l'ovule est indépendante de sa volonté, et, lorsque le sperme a été déposé dans le vagin, la rencontre des germes mâle et femelle est encore soustraite à l'influence de sa volonté.

» En résumé, l'union du lièvre et du lapin peut être féconde; si elle ne l'est pas toujours, il faut l'attribuer à l'absence d'un coït consommé causée par la répulsion qu'éprouve une espèce pour l'autre.

» Quant à l'hybride ou léporide, nous avons vu que, par certains organes, il tient le milieu entre le lièvre et le lapin : tels sont les pattes et les ovaires.

» Dans les deux sexes, les organes génitaux sont complets. Chez la femelle, nous avons constaté que les ovaires ressemblaient à ceux de la hase pour la couleur et la texture, à ceux de la lapine pour le volume et la dissémination des follicules de de Graaf. Mais la conformation du vagin et de la vulve des léporides s'éloigne de celle qu'on observe dans la hase; ces organes se rapprochent on ne peut plus de ceux de la lapine par leurs dimensions, la situation du méat urinaire, ainsi que par l'étendue et la disposition du canal de Gœrtner.

» Ces léporides de demi-sang peuvent se multiplier. L'anatomie nous l'a nettement démontré : la femelle possède beaucoup d'ovules, et les testicules du mâle fournissent un liquide chargé de spermatozoïdes. Jusqu'à ce jour, aucun observateur, à l'exception de Brugnone, n'a constaté la présence des spermatozoïdes dans le fluide sécrété par les testicules du *mulet*. Mais nous pouvons affirmer que ces animalcules existent dans le sperme du *léporide*, et c'est là un fait important, puisque ce léporide est un hybride.

» Nous terminerons donc par les conclusions suivantes :

» 1° L'hybride femelle du lièvre et du lapin peut être fécondé par l'hybride mâle;

» 2° Ces hybrides, tout en présentant quelques caractères intermédiaires aux deux espèces qui les ont produits, possèdent des organes génitaux qui se rapprochent beaucoup plus de ceux du lapin que de ceux du lièvre.

» Voilà tout ce que nous permettent de dire les dissections dont l'exposé fait l'objet de ce travail. »

GÉOLOGIE. — *Sur la craie du versant nord de la chaîne pyrénéenne.* Note de **M. H. Magnan**, présentée par M. d'Archiac.

« Depuis Dufrénoy, qui sut reconnaître la craie dans les Pyrénées, de nombreux savants se sont occupés des dépôts de cette époque; d'excellents travaux ont été publiés, mais il n'en est pas moins resté une sorte de vague sur ce terrain vu dans son ensemble. Mes recherches en divers points de la chaîne, et notamment dans les petites Pyrénées de l'Ariége, m'ayant fourni les éléments de la question, je crois devoir donner aujourd'hui un aperçu de cette puissante formation.

» Je dirai tout d'abord que la craie des Pyrénées se sépare en deux parties distinctes, discordantes entre elles: la craie inférieure se rangeant avec l'oolithe, le lias et le trias dans ma troisième série; la craie moyenne appartenant avec l'éocène à la deuxième (1). C'est à M. d'Archiac que revient l'honneur d'avoir le premier indiqué, dans les Corbières, la séparation nette et tranchée qui existe entre la craie inférieure et la craie moyenne (2). Ce savant géologue reconnut que les grès à *Orbitolina concava,* du col de Capella, reposaient en stratification transgressive, sur les calcaires à *Caprotines.* Depuis lors, de nombreuses courses dans les Pyrénées m'ont convaincu qu'il en était ainsi partout.

» *Craie inférieure.* — Ce terrain a été étudié il y a peu de temps par M. Hébert, qui le croyait moins complexe; il forme un grand tout qui, au premier abord, paraît peu divisible à cause des nombreux fossiles qui passent d'un étage à l'autre, mais il y a heureusement plusieurs espèces qui,

---

(1) *Voir* ma Note insérée dans les *Comptes rendus*, t. LXVI, p. 432, où j'ai démontré qu'à l'exception des formations houillère et permienne, *tous les terrains* sont représentés dans les Pyrénées de l'Ariége; qu'ils se divisent en quatre séries discordantes l'une par rapport à l'autre, chaque série étant composée de divers termes concordants entre eux, et qu'à trois époques différentes les Pyrénées ont été disloquées et dénudées.

(2) *Mémoires de la Société Géologique de France*, 2e série, t. VI, p. 369, 418.

cantonnées dans certaines couches, deviennent caractéristiques et servent à les distinguer.

» Le néocomien proprement dit est formé par des calcaires gris, marmoréens, souvent veinés, alternant avec des dolomies fétides, grises, noirâtres. Sa puissance varie entre 200 et 300 mètres; il repose, ainsi que je l'ai dit ailleurs, en concordance sur le groupe oolithique supérieur, avec lequel il se relie d'une manière insensible, tellement qu'en plusieurs lieux on peut voir les *Nérinées* coralliennes mêlées aux *Caprotina Lonsdalii* et autres rudistes de la craie (Lourdes, Bayen, Bize-Nistos, nord de Juzet, Saint-Lizier), ce qui m'autorise à penser, à l'exemple de M. Pictet, que le néocomien du Midi aurait pu se déposer en même temps que le corallien, le kimméridgien et le portlandien du Nord. La partie supérieure du néocomien contient, avec les *Caprotines* de la base, de nombreux Brachiopodes, parmi lesquels je citerai : *Rhynchonella lata, R. depressa, Terebratula sella, T. tamarindus* (Basses-Pyrénées, Ariége, Aude). On y trouve aussi plusieurs espèces de polypiers, des *Pecten*, des *Panopœa*, et de nombreuses radioles de *Cidaris pyrenaica*.

» L'aptien est constitué par des calcaires compactes, marmoréens, des calschistes avec des parties rougeâtres, des calcaires noirâtres à grain fin, souvent à nodules siliceux, renfermant : *Caprotina Lonsdalii, Caprina, Orbitolina conoidea* et *discoidea, Serpula, Ostrea macroptera, O. aquila* (Saint-Lizier, près Saint-Girons); plus haut par des schistes noirâtres, auxquels sont associés des calcaires gris, compactes. Ces couches contiennent : *Belemnites semicanaliculatus, Echinospatagus Collegnii, Cidaris pyrenaica*, des Trigonies, Troques, Natices, des Brachiopodes et quelques *Ammonites*. L'épaisseur de cet étage est de 800 mètres.

» L'albien se compose de schistes et de calcaires gris, marmoréens, ressemblant à ceux du néocomien et de l'aptien, et contenant le *Cidaris pyrenaica*, des *Caprotines*, l'*Ostrea aquila* et des polypiers en abondance; mais ce qui distingue ces calcaires de ceux des étages inférieurs, c'est la présence du *Discoidea conica*, du *Pentacrinites cretaceus* et d'une petite Huître crêtée. Ces derniers fossiles, unis aux *Ammonites Mayorianus, Milletianus* et autres que l'on recueille dans les schistes de certaines localités de l'Aude et de l'Ariége, caractérisent suffisamment cet étage supérieur, dont la puissance atteint au moins 400 mètres

» *Craie moyenne.* — Cette formation constitue le premier terme d'un nouvel ordre de choses caractérisé par l'extrême abondance des roches

détritiques. Sa base correspond à l'époque de trouble qui a suivi un des trois cataclysmes pyrénéens.

» En effet, on voit le cénomanien reposer en *discordance* sur des terrains divers antérieurement relevés : sur le granite, sur le groupe de transition, sur le trias gréseux et ophitique, sur le jurassique, sur la craie inférieure (vallées du Volp, de l'Arize, du Lenz, du Salat; Montgaillard, près Foix; environs de Bagnères-de-Bigorre; Hélette, dans les Basses-Pyrénées). La partie inférieure de cet étage est constituée par un puissant conglomérat, sorte de brèche incohérente, généralement de couleur sombre, formée de blocs de toutes dimensions, à arêtes ordinairement vives. La grosseur de ces blocs varie; il y en a qui atteignent plusieurs mètres cubes. Cette brèche, que séparent des couches schisteuses psammitiques, bien stratifiées, passe, vers le haut, à un poudingue bréchoïde, de couleur plus claire, solidement cimenté, en bancs bien réglés (Camarade, Félade, dans l'Ariége; Saint-Gaudens, dans la Haute-Garonne; Médous, Mauvezin, Capvern, dans les Hautes-Pyrénées; sud de Bayonne).

» Ce conglomérat est composé de roches diverses appartenant aux terrains cristallophylliens, de transition, permien, triasique, ophitique, jurassique et *crétacé inférieur*. (Les fossiles que l'on trouve au milieu de ces roches expliquent pourquoi cette formation détritique a été souvent confondue avec les terrains que je viens de nommer.) Quelquefois les éléments qui entrent dans sa composition s'atténuent, deviennent gréseux et renferment l'*Orbitolina concava* (Corbières, versant nord des Pyrénées cantabriques). On trouve, au-dessus, des grès en dalles à empreintes végétales et des grès sablonneux qui alternent avec de puissantes argiles micacées. Des couches généralement calcaires renfermant des *Caprina*, l'*Exogyra columba*, le *Cyclolites semiglobosa*, la *Janira quinquecostata*, leur sont subordonnées [Bains de Rennes; nord de Mérigon, Ariége (1)].

» Le turonien, que mon ami le Dr Garrigou a particulièrement étudié, est formé de grès psammitiques jaunâtres et d'argiles plus ou moins schisteuses, psammitiques, aussi avec des empreintes végétales. Sur certains

(1) C'est en descendant la vallée du Volp, entre Baup et Sainte-Croix, qu'on peut le mieux observer les rapports stratigraphiques du cénomanien. On voit, avant d'arriver à Montardit, que le conglomérat repose sur diverses formations, et au Pas-de-Gazaille, près Mérigon, que ce même conglomérat est recouvert par les argiles à dalles gréseuses, avec empreintes végétales, surmontées à leur tour par des grès psammitiques et calcaires contenant divers fossiles et notamment ceux que je viens de citer.

points, des calcaires intercalés contiennent de nombreuses *Hippurites*, des *Cyclolites*, des *Turbinolia* et des *Micraster* (les Corbières, Belesta, Leychert, Mérigon, Palhon).

» La puissance de la craie moyenne est de 1000 mètres. Le conglomérat de la base, seul, a 600 mètres, et témoigne de l'importance des dénudations qui ont suivi la période crétacée inférieure.

» *Craie supérieure.* — Ce terrain est surtout connu dans les Pyrénées centrales par les travaux de mon savant maître M. Leymerie; dans les Corbières, par ceux de M. d'Archiac; dans les Basses-Pyrénées, par les Mémoires de MM. Delbos, Raulin, Nogués et Jacquot.

» L'étage inférieur ou sénonien se compose d'argiles souvent ligniteuses, de calcaires plus ou moins argileux et de grès à *Ostrea vesicularis, Ananchytes ovata, Inoceramus Cripsii.* De nombreux fossiles s'y trouvent quelquefois (marnes bleues du moulin Tiffeau, Aude; environs de Sainte-Croix, Ariége).

» Ces argiles sénoniennes sont recouvertes, dans la Haute-Garonne et dans la partie occidentale de l'Ariége, par des calcaires jaune-nankin, souvent gréseux, qui renferment de nombreux fossiles de la craie de Maëstricht, parmi lesquels je mentionnerai *Orbitolites socialis*, *Exogyra pyrenaica*, *Hemipneustes radiatus*, *Nerita rugosa*, *Ostrea larva*. Dans l'Ariége orientale et dans l'Aude, ces mêmes argiles sont surmontées par des grès siliceux, jaunâtres, psammitiques, quelquefois calcarifères (grès d'Alet), à fossiles peu déterminables, *Pecten*, *Mytilus*, *Cardium*, *Venus*, qui, *insensiblement,* se lient aux calcaires jaune-nankin de la Haute-Garonne. L'épaisseur de ce système ne dépasse pas 150 mètres.

» A leur tour, ces couches gréseuses de l'Aude et calcaires de la Haute-Garonne supportent une formation en grande partie lacustre, le garumnien de M. Leymerie, qui correspond à la partie moyenne et supérieure du groupe d'Alet de M. d'Archiac.

» Ce terrain, dont la puissance varie entre 200 et 400 mètres, est formé, à la base, d'argiles quelquefois ligniteuses, souvent rutilantes, auxquelles sont subordonnés quelques bancs de calcaire carié, de grès fins et de poudingues, avec débris de Sauriens et de Tortues. A ces couches succèdent des calcaires compactes, sub-lithographiques, siliceux, très-épais, renfermant des Thyses, des Lymnées, des Cyclostomes. Ces calcaires sont recouverts par des argiles dont la couleur varie du blanc au rouge, qui contiennent, dans la Haute-Garonne et dans l'Ariége occidentale, des fossiles crétacés,

Hemiaster nasutulus, *Ostrea vesicularis*, *Venus Lapeyrusana*, etc. Cet étage est partout surmonté par le calcaire à Milliolites, base du nummulitique.

» Cette caractérisque s'applique à la Haute-Garonne, à l'Ariége et à l'Aude. J'ai tout lieu de croire que, dans les Hautes et les Basses-Pyrénées, la craie de Maëstricht et le garumnien sont représentés par les calcaires siliceux de Montgaillard et de Bidache, que l'on voit souvent dans une position anormale, c'est-à-dire renversée.

» On le voit, nulle part la craie n'est aussi bien développée que dans les Pyrénées; sa puissance atteint 3000 mètres, qui se décomposent ainsi : craie inférieure 1500 mètres, craie moyenne 1000 mètres, craie supérieure 500 mètres. Son étendue en surface est considérable : on suit cette formation de la Méditerranée à l'Océan, la craie inférieure constituant généralement, le long du versant nord, les montagnes de deuxième et troisième ordre, la craie moyenne et supérieure formant les basses montagnes. »

M. A. Commaille adresse une « Note sur la purification du sulfure de carbone ». Suivant l'auteur, le procédé cité dans l'un des Mémoires de M. Morren, et qui consiste à mettre le liquide en contact avec la tournure de cuivre, a été indiqué en 1856, dans un Mémoire publié par M. Millon dans les *Comptes rendus* de l'Académie, sur la nature des parfums et sur quelques fleurs cultivables en Algérie.

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Commission chargée de préparer une liste de candidats pour la place d'Associé étranger vacante par suite du décès de *M. Brewster*, présente, par l'organe du Président de l'Académie, **M. Delaunay**, la liste suivante :

En première ligne	**M. Graham**, à Londres.
En deuxième ligne et par ordre alphabétique	**M. Agassiz**, à Cambridge (États-Unis). **M. Airy**, à Greenwich. **M. de Baer**, à Saint-Pétersbourg. **M. Bunsen**, à Heidelberg. **M. Cayley**, à Cambridge (Angleterre). **M. Forbes**, à Édimbourg. **M. Kirchhoff**, à Heidelberg. **M. Kummer**, à Berlin. **M. de Martius**, à Munich. **M. Matteucci**, à Florence. **M. Peters**, à Altona. **M. Tchébychef**, à Saint-Pétersbourg. **M. Wheatstone**, à Londres.

Les titres de ces candidats sont discutés.
L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 15 juin 1868, les ouvrages dont les titres suivent :

Essai sur la métaphysique des forces inhérentes à l'essence de la matière, et introduction à une nouvelle théorie atomo-dynamique; par M. Al. SCHYANOFF, 1er et 2e Mémoires, 2e édition. Kiew, 1868; in-8° relié, avec figures. (2 exemplaires.)

Sujets de prix proposés par l'Académie impériale des Sciences, Inscriptions

et Belles-Lettres de Toulouse pour les années 1869, 1870, 1871. Toulouse, 1868; 4 pages in-8°.

Sul... *Sur le Musée de physique et d'histoire naturelle de Florence.* Lettre du sénateur MATTEUCCI. Florence, 1868; opuscule in-12.

Memorie... *Mémoires de la Société italienne des Sciences fondée par* M. A. LORGNA, 3e série, t. Ier, 1re partie. Florence, 1867; in-4° avec planches.

Om... *Sur une remarquable espèce d'éponge vivant dans la mer du Nord; par* A.-S. LOVEN. Stockholm, 1868; br. in-8° avec planches.

Nederlandsch... *Annuaire météorologique néerlandais pour l'année* 1867, 19 année, 1re partie, publié par l'Institut royal néerlandais. Utrecht, 1867; in-4° oblong.

Des fraudes dans l'accomplissement des fonctions génératrices; dangers et inconvénients pour les individus, la famille et la société; par M. L.-F.-E. BERGERET. Paris, 1868; in-12.

L'Académie a reçu, dans la séance du 22 juin 1868, les ouvrages dont les titres suivent :

OEuvres d'É. Verdet publiées par les soins de ses élèves, t. II : *Cours de Physique professé à l'Ecole Polytechnique par* M. E. VERDET, publié par M. Émile FERNET, t. Ier. Paris, 1868; 1 vol. grand in-8° avec figures. (Présenté par M. Dumas.)

Maladies syphilitiques du système nerveux; par M. G. LAGNEAU fils. Paris, 1860; in-8°. (Présenté par M. le Baron Cloquet.)

De l'allaitement maternel; par M. le Dr R. CHASSINAT. Paris, 1868; in-12.

Traité sur le choléra indien; par M. A. LE MORVAN. Paris, 1867; in-8°.

Anvers considéré sous le rapport de ses travaux maritimes, d'agrandissement et de transformation; par M. V.-F. SCHAFFERS. Anvers, 1868; in-8°.

Remarques sur le développement d'une planariée dendrocœle, le Polycelis lævigatus (de Quatrefages); *par* M. Léon VAILLANT. Montpellier, 1868. (Présenté par M. Milne Edwards.)

On the... *Sur l'action du zinc et la valeur de l'oxygène dans le traitement de différentes maladies autrement incurables ou très-rebelles; par* M. S.-B. BIRCH, 2e édition. Londres, 1868; in-12 relié.

A Manual... *Manuel de Mécanique appliquée; par* M. W.-J. MACQUORN-RANKINE. Londres, 1868; in-12 relié.

Intorno... *Sur quelques Insectes qui percent les métaux; par* M. le Dr G.-A. BIANCONI. Bologne, 1867; in-4°. (Présenté par M. Milne Edwards.)

Specimina... *Spécimen zoologique de la Mozambique; par* M. J. BIANCONI, fascicule 18. Bologne, 1867; in-4° avec figures. (Présenté par M. Milne Edwards.)

Statistica... *Statistique du royaume d'Italie : Mouvement de la navigation, année* 1866. Florence, 1868; in-4°.

Sopra..... *Sur Pierre Pèlerin de Maricourt et sa lettre sur l'aimant* : 1er *Mémoire; par* M. P.-D.-T. BERTELLI, barnabite. Rome, 1868; in-4°. (Présenté par M. d'Avezac.)

Sulle... *Sur les propriétés générales d'une surface d'air minime; par* M. le professeur BELTRAMI. Bologne, 1868; in-4°.

Magnetische... *Observations magnétiques et météorologiques de Prague*, 28e année, du 1er janvier au 31 décembre 1867. Prague, 1868; in-4°.

Travaux de laboratoire sur la pesanteur et sur l'électricité; par M. ZALIWSKI-MIKORSKI. Paris, 1868; br. in-8°.

ERRATUM.

(Séance du 8 juin 1868.)

Page 1139, ligne 27, *au lieu de* M. Arçon, *lisez* M. Arson.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 JUIN 1868.

PRÉSIDENCE DE M. DELAUNAY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Boussingault** fait hommage à l'Académie du tome IV de son « Agronomie, Chimie agricole et Physiologie ».

« M. **Daubrée** fait hommage à l'Académie d'un opuscule qu'il vient de publier sous le titre de : *Expériences synthétiques relatives aux météorites. — Rapprochements auxquels ces expériences conduisent.*

» Plusieurs communications antérieurement faites à l'Académie s'y trouvent résumées et complétées par quelques observations nouvelles.

» Un premier chapitre présente le résumé succinct des faits généraux qui se rapportent à l'origine extrà-terrestre de ces corps et aux phénomènes qui accompagnent leur chute.

» Le second chapitre est consacré à la constitution des météorites, c'est-à-dire aux types que l'on peut y distinguer, à leur classification et à leur composition, comparée à celle des météorites.

» Dans le troisième chapitre, qui est le principal, et auquel les deux premiers servent en quelque sorte d'introduction, on expose les résultats des expériences synthétiques qui ont eu pour but d'imiter les météorites, soit par réduction de silicates, soit par oxydation de siliciures.

» On examine enfin les conséquences qui peuvent se déduire de cette série d'expériences, d'abord pour l'origine des corps cosmiques dont dérivent les météorites, puis pour la formation du globe terrestre lui-même. »

PHYSIQUE. — *Sur un effet de choc en retour, observé à Paris le 8 juin.* Note de **M. Becquerel.**

« Je prends la liberté de faire connaître à l'Académie les effets remarquables d'un coup de foudre, dont on a eu déjà quelques exemples.

» Le sieur Devaux, employé à la Compagnie du gaz, se trouvait dimanche, 8 juin, rue Thouin, à 10 heures du soir, au moment de l'orage, lorsqu'il se sentit affaissé sur lui-même, au moment où il aperçut un éclair éclatant. Il tomba sur ses genoux, éprouva une forte oppression dans l'estomac et fut en proie à un tremblement général qui dura deux jours. Les effets produits furent tels, qu'il entra chez un débitant de liqueurs pour demander du vulnéraire. En proie encore à une vive émotion, il examina son corps pour voir s'il n'avait pas reçu une blessure quelque part : quelle fut sa surprise quand il s'aperçut que la plus grande partie des clous de ses bottes avaient été enlevés ! Ces clous étaient à vis, et les bottes presque neuves. La force d'attraction a dû être considérable ; aussi tout le corps du sieur Devaux a-t-il dû éprouver un fort ébranlement, dont il ne se ressentait plus deux jours après.

» L'effet produit est dû au phénomène appelé *choc en retour :* quand un individu se trouve sous l'influence d'un nuage fortement électrisé, et que la foudre éclate à une certaine distance, il peut être foudroyé lui-même par la recomposition immédiate des deux électricités contraires, l'une possédée par la terre, l'autre par l'individu. »

M. le Maréchal Vaillant, après cette communication, dit à l'Académie que, il y a quelques années, une observation semblable a été faite dans les bois de Vincennes; mais l'homme a été foudroyé, et ses souliers, dont les clous avaient été enlevés, ont été lancés à quelque distance.

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Note sur le rôle de l'observation et de l'expérimentation en physiologie; par* **M. Coste.**

« Je viens demander à l'Académie un moment d'attention afin de lui présenter quelques remarques à l'occasion d'un récent écrit sur les progrès de la physiologie générale en France, dans lequel notre confrère M. Claude

Bernard, séparant l'observation de l'expérience, expose une doctrine qui, heureusement pour la grandeur de la science, n'est conforme ni à la nature des choses, ni à la vérité de l'histoire. M. Claude Bernard soutient, en effet, que, vouées par essence à la contemplation pure, les sciences d'observation ne sauraient, en aucun cas, devenir *explicatives* des phénomènes de la vie, ni par conséquent conquérantes de la nature vivante, double privilége exclusivement réservé, suivant lui, aux sciences expérimentales. Je cite textuellement afin qu'on ne puisse m'accuser d'avoir altéré, en la traduisant dans un autre langage, la philosophie de l'auteur :

« Toutes les sciences naturelles sont des sciences d'observation, c'est-à-» dire des sciences contemplatives de la nature, qui ne peuvent aboutir » qu'à la prévision. Toutes les sciences expérimentales sont des sciences » explicatives, qui vont plus loin que les sciences d'observation qui leur » servent de base, et arrivent à être des sciences d'action, c'est-à-dire des » sciences conquérantes de la nature. Cette distinction fondamentale » ressort de la définition même de l'observation et de l'expérimentation. » L'observateur considère les phénomènes dans les conditions où la nature » les lui offre; l'expérimentateur les fait apparaître dans des conditions » dont il est le maître (1). »

» Certes, quand je prends soin de relever ici les immenses services que, comme sciences explicatives et conquérantes de la nature vivante, les sciences d'observation rendent chaque jour et ont toujours rendu à la physiologie générale, il ne viendra à l'esprit de personne de me soupçonner d'ingratitude envers les sciences expérimentales. Vingt-cinq années d'enseignement dans la chaire d'embryogénie comparée et dans un laboratoire où je fais assister mes auditeurs aux plus délicates expériences tendant à leur expliquer, dans la mesure des connaissances acquises, les lois du développement de la vie, me mettent à l'abri de ce soupçon. Je pourrais même ajouter, comme témoignage de mon penchant vers les sciences expérimentales, que les deux premiers grands laboratoires organisés en Europe pour l'étude de la vie en action ont été créés par mon initiative, l'un au Collége de France et l'autre à Concarneau, sur les bords de l'Océan.

» Mais l'étude des lois du développement de la vie ne demande à l'expérience seule de lui révéler les mystères de la création que dans le cas où ils se dérobent à l'œil de l'observateur. Partout où le regard peut les atteindre,

(1) CLAUDE BERNARD, *Rapport sur les progrès et la marche de la Physiologie générale en France*, p. 132. Paris, 1867.

elle n'a besoin d'aucun artifice pour contraindre l'organisation à les lui manifester, puisqu'elle voit ce qu'elle cherche.

» C'est pour n'avoir pas tenu un compte suffisant des données fondamentales que fournit l'embryogénie et pour avoir écarté celles qu'on peut emprunter à l'histoire naturelle et à la pathologie, si féconde en explications des fonctions du système nerveux, que, sous le titre le plus général, M. Claude Bernard aboutit à une physiologie si restreinte, qu'il la distingue de la physiologie comparée elle-même, car il dit, dans son travail, que « la physiologie comparée fournit des lumières à la physiologie générale », comme si la physiologie comparée était autre chose que la physiologie générale! Cela posé, je donne la preuve que les sciences d'observation sont au même degré que les sciences expérimentales, mais avec plus de certitude, explicatives des phénomènes de la vie et conquérantes de la nature vivante, et que, par conséquent, contrairement au sentiment de M. Claude Bernard, la physiologie générale est à la fois une science naturelle, c'est-à-dire d'observation, et une science expérimentale.

» Et d'abord, les sciences d'observation sont-elles explicatives des phénomènes de la vie?...

» Lorsque le naturaliste cherche à découvrir comment il peut se faire que, dans une ruche, il n'y ait jamais qu'une seule femelle pondeuse, la Reine, ayant au service de son gouvernement une armée de femelles stériles, les ouvrières qui, après les noces de la Reine qu'un seul accouplement féconde pour toute la durée de sa vie, massacrent les mâles désormais inutiles, se vouent sans trêve à l'éducation des nouveau-nés et à la fabrication du miel; lorsque, dis-je, le naturaliste cherche la raison de ces singuliers instincts et de cette admirable organisation du travail, il la trouve dans une pratique au moyen de laquelle les ouvrières font développer ou avorter à leur gré les organes de la génération des larves confiées à leurs soins. Cette pratique consiste à n'offrir à la Reine, pour le dépôt de ses premiers œufs qui sont tous femelles, sauf la grande cellule réservée à l'héritière du trône, que d'étroites alvéoles où les larves sorties de ces œufs, ne rencontrant ni la nourriture ni l'espace suffisants pour leur régulière et pleine métamorphose, contractent, sous l'empire de conditions défavorables, une difformité qui les prive de la plus importante fonction de l'animal parfait, celle de la maternité, et fait ainsi tourner leurs instincts au profit de l'œuvre commune. La preuve que c'est bien à l'influence physico-physiologique de ce milieu organisé avec une sorte de préméditation qu'il faut attribuer la création de cette population d'eunuques, c'est que, lorsque la Reine meurt, les ouvrières,

inquiètes des périls de l'anarchie, se hâtent d'élargir l'une des alvéoles où un œuf en voie d'incubation aurait certainement donné une femelle stérile s'il fût resté dans les mêmes conditions, mais dont elles font sortir une femelle féconde en administrant à la larve une plus copieuse nourriture.

» Devant ces attachantes scènes de la vie en action, l'observation pure permet donc ici au naturaliste d'expliquer les merveilleux phénomènes dont il est témoin. Les sciences d'observation sont, par conséquent, explicatives, comme les sciences expérimentales.

» Quand, sous la lentille du microscope, je vois, dans un embryon de poisson, le cœur, dont les parois ne sont encore formées que de cellules contractiles transparentes, lancer à chaque pulsation le sang dans toutes les parties de l'organisme et le ramener dans sa cavité pour lui faire, par cette seule impulsion, parcourir incessament le même cercle, je n'ai besoin d'aucune expérience pour comprendre et expliquer, à cet âge, le mécanisme de la fonction.

» Quand j'observe sur le trajet de l'artère caudale de la larve du homard le jeu du sphincter, à l'aide duquel le jeune animal mesure, gradue et proportionne au progrès du développement des organes postérieurs la quantité de sang dont il les arrose, je n'ai qu'une manière d'arriver à la connaissance de ce curieux mécanisme, c'est de le voir en exercice.

» Lorsque je démontre, par des autopsies suffisamment répétées, que, chez la femme, la fonction de l'ovaire, c'est-à-dire la maturation d'un ovule microscopique dans une vésicule de de Graaf dont il tend à provoquer la rupture, est cause déterminante de la puberté ; et que, sous l'impulsion à distance de ce travail occulte périodique, la muqueuse utérine subit tous les mois une évolution correspondante ou sympathique, source intermittente du flux cataménial, je mets en évidence, par les seules lumières de l'esprit d'observation, une des plus importantes lois et une des admirables harmonies de la nature vivante.

» Enfin, lorsque j'assiste aux premiers actes de la vie prenant possession de la matière pour l'entraîner à la création d'un être nouveau, et que je vois la substance granuleuse destinée à cette création se séparer dans l'œuf en segments sphéroïdaux sans structure apparente; puis chacun de ces segments, simple résultat de la coalescence de granules autour d'un centre, se convertir en cellules par coagulation de sa couche superficielle; puis toutes ces cellules se ranger par ordre comme les pierres d'un édifice, se nourrir et se développer par assimilation de leur contenu, se multiplier par scission à la manière des organismes inférieurs, former la trame or-

ganisée qui va se transfigurer en embryon; quand je vois toutes ces merveilles, non-seulement je comprends comment des éléments façonnés par une première élaboration se coordonnent pour réaliser des formes définies, mais encore comment chaque cellule grandit, puisqu'elle absorbe son contenu; comment le blastoderme se développe par addition intercellulaire de cellules nouvelles produites par segmentation des cellules originellement constituées. Tous ces actes de la vie qui touchent à la plus fondamentale fonction, celle de la nutrition, se déroulent sous l'œil de l'observateur, qui n'a besoin, pour les saisir, que d'un seul secours, celui d'un instrument grossissant.

» Les sciences d'observation sont donc explicatives de la nature vivante, comme le sont les sciences expérimentales.

» Je borne là le nombre des exemples, que je pourrais multiplier à l'infini, et je passe à la seconde partie de la démonstration.

» Les sciences d'observation sont-elles conquérantes de la nature vivante?

» Je pourrais répondre d'un seul mot, par l'affirmative, à cette question et dire : Les sciences d'observation ont accompli, dans le cours des siècles, le plus grand acte de prise de possession de la nature vivante en la faisant passer de l'état sauvage à l'état domestique et en détruisant, autour des espèces utiles, la concurrence vitale des espèces nuisibles. Mais la simple énumération de quelques-unes de leurs conquètes les mieux définies donnera à la démonstration un caractère d'irréfutable précision.

» Plus de cinq siècles avant notre ère, dans les plaines de la vieille Assyrie, où le dattier était devenu l'objet de grandes exploitations, non-seulement à cause de l'excellence de son fruit sucré, mais aussi pour le miel et le vin qu'on savait en extraire, les Babyloniens avaient parfaitement reconnu que, dans ce genre d'arbres, les sexes étaient séparés sur des individus distincts et que la poussière séminale, portée par le vent, tombait dans le calice des fleurs femelles dont elle opérait la fécondation.

» Cette observation les conduisit à une pratique agricole qui doubla le produit de leur industrie. Ils comprirent, en effet, qu'ils pouvaient supprimer tous les sujets mâles de leurs plantations et leur substituer des arbres à fruit, sous la condition d'aller tous les ans, comme le font encore les Arabes de nos jours, chercher dans les forêts vierges les régimes fleuris des palmiers sauvages pour en utiliser le pollen.

» Cette pratique devint ainsi, aux mains de ces cultivateurs, un puissant moyen de multiplication de la récolte.

» Les sciences d'observation sont donc conquérantes de la nature vivante au même degré que peuvent l'être les sciences expérimentales.

» Vers la fin du siècle dernier, lorsque Jacobi, transportant dans un vase rempli d'eau ce qu'il avait vu s'accomplir sur les frayères naturelles pendant les pariades des salmonidés, eut opéré la fécondation en exprimant successivement dans le liquide les œufs d'abord, la laitance ensuite, comme le font les femelles et les mâles dans un fleuve, il ne mit pas seulement au service de l'industrie une méthode pour la multiplication indéfinie des espèces utiles à l'homme, pour le croisement forcé des races, la production des hybrides; il créa, pour la physiologie, un instrument nouveau d'investigation qui lui permit de rendre visible le contact des deux substances dans l'acte de la génération, de suivre pas à pas l'influence matérielle de ce contact, et d'établir, par l'observation directe, que l'imprégnation est le mélange de ces deux substances. Ce fut, en effet, vers la solution de ces problèmes que se dirigèrent les efforts des observateurs témoins de cette nouveauté, la plus étonnante peut-être depuis que l'homme se livre à l'étude de la nature.

» Comme les physiciens et les chimistes qui étudient la matière brute et les réactions des éléments dont elle se compose, les physiologistes se trouvèrent désormais, grâce à cette découverte, en mesure de séparer dans des récipients les diverses parties de la semence, de les appliquer isolément l'une après l'autre sur les œufs, et de déterminer, par voie expérimentale, si l'une d'elles n'était pas exclusivement investie d'un privilége dont les autres ne seraient qu'un moyen accessoire de transmission, ou bien si elles ne se confondraient pas toutes dans un même acte et dans une même œuvre. Mais l'instrument d'investigation qui donne à l'homme ce pouvoir sur la vie, c'est à une étude d'histoire naturelle que la physiologie en est redevable.

» Les sciences d'observation sont donc conquérantes de la nature vivante, au même degré que peuvent l'être les sciences expérimentales.

» Quand, en Écosse et en Irlande, les naturalistes eurent constaté qu'aux époques de la reproduction, le saumon remontait toujours vers les sources pour déposer sa progéniture en des eaux limpides, et que, parvenu au pied des cataractes infranchissables, il essayait inutilement de passer outre, on réduisit, pour favoriser cet instinct, les grandes chutes en une série de cascades de hauteur égale à celles que l'animal voyageur avait pu franchir avant d'arriver jusque-là, le conduisant ainsi, à l'aide de ces échelles, dans des rivières supérieures où il n'avait jamais existé et qui en sont peuplées

maintenant. Une simple étude des instincts de cette espèce précieuse, l'a placée sous l'empire de l'homme, qui la dirige, à son gré, comme il dirige un animal domestique.

» Les sciences d'observation sont donc conquérantes de la nature vivante, au même titre que peuvent l'être les sciences expérimentales.

» M. Claude Bernard dit avec raison que l'anatomie n'est qu'une des nombreuees sciences auxiliaires de la physiologie. On pourrait, avec tout autant de fondement, dire que la physiologie expérimentale n'est elle-même qu'un des auxiliaires des sciences d'observation, et dans beaucoup de cas qu'un simple moyen de contrôle.

» Ainsi, par exemple, quand l'observation directe m'a appris que chez les Mammifères la fécondation n'est pas un phénomène instantané, mais qu'il faut aux molécules fécondantes dix heures environ pour arriver jusqu'à l'ovaire où se fait l'imprégnation, je sais d'avance qu'en plaçant une ligature vers le milieu de la trompe cinq ou six heures après l'accouplement j'empêcherai le phénomène de s'accomplir. Or, quel sera ici le rôle de l'expérimentateur qui intercepte le passage? Il se bornera simplement à contrôler ce que l'observation directe avait déjà démontré.

» Donc vouloir, comme l'a tenté M. Claude Bernard, séparer l'observation de l'expérience, qui n'est qu'un des moyens d'investigation de l'observation, est une entreprise contraire à la nature des choses, et qu'une saine philosophie ne saurait admettre.

» Les auteurs du *Dictionnaire de l'Académie française* n'ont pas commis cette faute, quand ils ont défini l'esprit d'observation : *savoir remarquer les causes et les effets des phénomènes*. Or des sciences qui tiennent compte des causes et des effets des phénomènes sont, par cela même, des sciences essentiellement explicatives et conquérantes de la nature. »

M. Claude Bernard répond :

« En entendant la lecture que M. Coste vient de faire devant l'Académie, j'avoue que je n'ai pas compris sur quoi sont fondées les critiques qu'il m'adresse. Aussi n'aurai-je que peu de choses à dire.

» M. Coste, d'un côté, ne trouve pas de différence entre l'observation et l'expérience, et cependant, d'autre part, il en parle comme de deux choses distinctes, qu'il ne définit pas, il est vrai. Il résulte de là une confusion complète, et toute son argumentation consiste à citer des *expériences* auxquelles il donne le nom d'*observations*, et *vice versâ*.

» Quant aux faits, les sciences d'observation ne se séparent réellement pas des sciences d'expérimentation; c'est seulement la méthode d'investi-

gation qui se modifie. Toutes les sciences commencent nécessairement par l'observation simple et contemplative; ce n'est qu'après avoir constaté les faits qu'on en cherche l'explication, en les rapprochant d'autres faits qui s'y rattachent ou qui en découlent. Tant que l'observation simple des phénomènes, faite dans les conditions naturelles, est possible, nous la poursuivons; quand nous l'avons épuisée, nous recourons à des moyens artificiels : nous armons et nous amplifions nos sens à l'aide d'instruments divers pour pénétrer dans l'intérieur des corps afin d'y observer des phénomènes qui nous sont naturellement cachés. Nous ne nous bornons plus à observer les phénomènes tels que la nature nous les offre et en les attendant du hasard, mais nous les provoquons et nous en faisons même apparaître de nouveaux, dans des conditions déterminées dont nous nous rendons maîtres et que nous faisons varier suivant l'idée expérimentale préconçue qui nous dirige. Alors nous faisons réellement des expériences; toutefois, les faits dont nous créons ou provoquons ainsi expérimentalement l'apparition ne diffèrent pas au fond des faits d'observation. J'ai défini ailleurs l'expérience *une observation provoquée*, ce qui veut dire en d'autres termes qu'elle ne s'est pas présentée spontanément ou naturellement (1). Mais pour obtenir convenablement ces expériences destinées à vérifier ou à juger les hypothèses que nous formons sur les causes prochaines des phénomènes, nous nous guidons d'après les principes de la méthode expérimentale dont M. Coste ne paraît tenir aucun compte. Tout le génie de l'expérimentateur consistera donc à déterminer l'apparition d'un fait d'observation, dans les conditions où il sera le plus propre à éclairer le problème scientifique dont il cherche la solution; sous ce rapport l'esprit d'observation et l'esprit expérimental se rapprochent et se confondent, parce que l'observation et l'expérience se retrouvent dans les deux ordres des sciences, mais dans un ordre différent de subordination.

» Dans les êtres organisés, nous ne pouvons arriver à l'explication des phénomènes de la vie que par la connaissance des propriétés de tissus ou d'organes qui sont en général cachés à nos regards et inaccessibles à la simple observation. Ici l'observation ne suffit pas, et nous nous trouvons obligés de recourir à l'expérimentation, qui va plus loin dans l'étude des phénomènes, en nous faisant pénétrer dans le milieu intérieur des organismes complexes.

» L'expérimentation physiologique perfectionnée réalise chaque jour des

---

(1) *Introduction à l'étude de la Médecine expérimentale*, p. 35 et suivantes; 1865.

découvertes qui ne seraient pas possibles sans elle. C'est pour cela que cette science accomplit des progrès surprenants, qu'il n'est heureusement au pouvoir de personne d'arrêter. La physiologie expérimentale est donc une science moderne marchant en avant à la conquête des connaissances qui nous restent à acquérir sur les mécanismes des divers phénomènes de la vie.

» Chaque science se distingue par la nature du problème spécial qu'elle poursuit; mais, en outre, les sciences expérimentales se caractérisent par ce fait qu'elles se rendent maîtresses (1) des conditions dans lesquelles se manifestent les phénomènes de la nature. C'est en ce sens qu'elles sont plus actives et plus conquérantes que les sciences d'observation qui poursuivent d'ailleurs d'autres problèmes. Je considère la physiologie comme une science expérimentale se séparant, sous ce rapport, des sciences naturelles d'observation. En effet, il y a pour le moment deux grands groupes de sciences : les unes éminemment expérimentales, telles que la physique, la chimie et la physiologie; les autres, beaucoup plus essentiellement d'observation, telles que la géologie, la zoologie et la botanique proprement dites.

» L'astronomie est une science d'observation parce qu'il nous est impossible de nous rendre maîtres des conditions dans lesquelles se passent les phénomènes astronomiques. C'est l'opinion de Laplace quand il dit : « Sur la terre, nous faisons varier les phénomènes par des expériences; » dans le ciel, nous déterminons avec soin ceux que nous offrent les mou- » vements célestes (2). »

M. **Daubrée** fait l'observation suivante :

« La géologie vient d'être prise comme exemple d'une science purement d'observation.

» Il convient de remarquer qu'après s'être en effet bornée à l'observation simple de la nature, elle est entrée dans la voie expérimentale dès le commencement de ce siècle. On sait comment Sir James Hall, cherchant à contrôler les idées théoriques que Hutton, son maitre, venait de déduire si hardiment de ses persévérantes observations dans les montagnes de l'Écosse, recourut aux procédés expérimentaux. Il fit à ce sujet deux séries d'expériences qui sont devenues classiques, l'une explicative du contournement des strates, l'autre de la cristallisation de la craie sous la double influence de la chaleur et de la pression.

(1) Scientifiquement et pas seulement d'une manière empirique.

(2) Laplace, *Système du monde*, ch. II.

» Depuis lors, et surtout dans les derniers temps, ces expériences se sont multipliées pour éclairer l'histoire des phénomènes géologiques de tout ordre, chimiques, physiques ou mécaniques.

» La fécondité déjà si bien reconnue de cette nouvelle voie, bien que la science y soit à peine engagée, indique que la géologie est arrivée à cette seconde période, où toute science, pour se compléter, devient expérimentale. »

« **M. Chevreul** pense, comme M. Daubrée, que la géologie est accessible à l'expérience (1); il pense, de plus, que les *sciences* dites d'*observation et de raisonnement*, telles que les sciences naturelles, deviendront plus tard expérimentales; c'est une affaire de temps.

» Toute science dont le but est de connaître le *concret* a commencé par la simple observation, et les objets de son ressort ont d'abord été simplement décrits; mais les observations s'étant multipliées, des sciences plus ou moins distinctes à l'origine se sont rapprochées, se sont unies même. Il en est qui ont conservé leur caractère spécial, telle que la chimie dont l'objet est de *réduire la matière en types distincts ou espèces définies par des propriétés physiques, chimiques et organoleptiques*. Si toutes les sciences procèdent par les deux facultés de l'esprit humain, l'analyse et la synthèse, la chimie seule réalise sous la forme concrète les opérations que l'esprit avait conçues. Ainsi, les résultats concrets de l'analyse chimique sont moins complexes que n'était la matière soumise à l'expérience, et le produit concret de la synthèse chimique est plus complexe que n'étaient les matières soumises à l'expérience.

» Par cette correspondance intime de l'analyse et de la synthèse chimiques avec l'analyse et la synthèse mentales qui ont présidé à la réalisation sous la forme concrète des produits des premières, on trouve le moyen de contrôler la composition chimique des corps au point de vue de leur simplicité ou de leur complexité, tandis que le même moyen manque aux sciences qui ne recourent qu'à l'analyse et à la synthèse mentales. En effet, l'*analyse chimique servant de contrôle à la synthèse chimique et celle-ci à la pre-*

(1) *Lettres à M. Villemain*, p. 27, 28, 29; Paris, 1856.

« ... La méthode expérimentale ainsi définie est applicable au *groupe des sciences* » dites *d'observation et de raisonnement*, telles que la géologie, la botanique et la zoologie, » ces sciences n'étant, selon moi, qu'à un premier degré de développement, lorsque je con- » sidère la complexité du but où elles tendent; elles deviendront plus tard *sciences d'ob-* » *servation, de raisonnement et d'expérience*.... »

mière, il n'est pas étonnant que M. Chevreul, frappé de l'*utilité de ce contrôle pour assurer le progrès de la vérité,* ait distingué l'*induction théorique* déduite de la simple observation d'un phénomène naturel, et même du résultat d'une expérience immédiate, d'avec l'*induction théorique* que l'on a soumise à des expériences instituées conformément à l'intention expresse d'en contrôler la vérité.

» Toute explication *théorique* en dehors de ce contrôle, lors même qu'elle résulte de l'expérience, ne peut donc être reçue comme expression de la *méthode* A POSTERIORI *expérimentale*, telle que M. Chevreul vient d'en rappeler la définition.

» M. Chevreul, en disant que les *sciences d'observation et de raisonnement* deviendront plus tard *expérimentales*, est dans le vrai ; car la distinction des sciences en groupes divers, conséquence réelle de la faiblesse de l'esprit humain, peut par là même être citée comme preuve de cette faiblesse. Dès lors, en y réfléchissant, on verra que cette distinction, loin de se maintenir, ira en s'affaiblissant de plus en plus à mesure du progrès des connaissances.

» Comment admettre l'opinion contraire, lorsque les êtres vivants sont constitués par de la matière, que l'étude des propriétés de cette matière appartient essentiellement à la chimie et à la physique, sciences expérimentales par excellence, et que l'intervention de ces sciences est indispensable à l'histoire des plantes et des animaux. Enfin la part de l'expérience dans les progrès des sciences médicales, agricoles et horticoles, qui se composent d'éléments empruntés aux autres sciences, et qui, sous ce rapport, diffèrent tant de la chimie, n'est-elle pas une preuve encore de l'heureuse intervention de l'expérience dans la connaissance des êtres vivants !

» Si donc aujourd'hui l'expérience ne s'applique pas à tous les cas possibles du ressort de ce groupe de sciences, hâtons l'époque où l'application en sera possible; et en attendant pénétrons-nous de l'esprit de la *méthode* A POSTERIORI *expérimentale*, en soumettant toute *induction théorique,* fruit de la simple observation, à un système de propositions instituées de manière à correspondre au contrôle de l'expérience défini par cette méthode (1). »

---

(1) Depuis longtemps M. Chevreul a cité comme exemple les *preuves* que l'on fait en arithmétique pour vérifier les produits d'une *addition* et d'une *multiplication* et les résultats d'une *soustraction* et d'une *division*.

SÉRICICULTURE. — *Maladie des vers à soie.* Lettre de **M. Pasteur** à M. Dumas.

« Ce 24 juin, à Paillerols, commune des Mées (Basses-Alpes).

» Je suis depuis quinze jours dans les Basses-Alpes où j'assiste M. Raibaud-Lange dans le vaste grainage qu'il effectue de nouveau cette année, d'après mon procédé. Grâce à l'obligeance de M. le Président du Comice d'Alais, je viens de recevoir le *Compte rendu* de la séance de l'Académie des Sciences du 8 juin, où je lis une Note de M. Béchamp relative à la maladie des morts-flats.

» Vous savez que j'ai, le premier, appelé l'attention des éducateurs sur l'influence de cette maladie, et que, le premier également, j'ai démontré qu'elle était indépendante, en fait, de celle des corpuscules.

» Maître de cette dernière maladie, ce dont les éducations de cette année ont donné les preuves les plus éclatantes, je devais porter toute mon attention sur celle des morts-flats, que, le premier encore, vous le savez, j'ai démontré être héréditaire dans certains cas déterminés.

» J'ai communiqué les principaux résultats de mes observations de cette année au Comice d'Alais par une Note lue en séance publique, le 1er juin, en présence d'un nombreux concours d'éducateurs, réunis dans la grande salle de la mairie. Permettez-moi de vous prier de vouloir bien faire insérer, dans le plus prochain numéro des *Comptes rendus* de l'Académie, le texte complet de cette Note, dont je vous adresse un exemplaire, extrait du *Bulletin du Comice agricole d'Alais.* »

SÉRICICULTURE. — *Note sur la maladie des vers à soie désignés vulgairement sous le nom de* morts-blancs *ou* morts-flats; *par* **M. Pasteur.**

« Mes études de cette année devaient porter plus particulièrement sur la maladie des morts-flats, que j'ai le premier signalée à l'attention des éducateurs, comme intervenant pour une part importante dans les désastres actuels de la sériciculture.

» Lorsque les vers sont atteints de cette maladie d'une manière apparente, qu'ils ne mangent plus ou très-peu, qu'ils se montrent étendus sur les bords des claies, ou lorsqu'ils viennent de succomber, les matières qui remplissent leur canal intestinal renferment des productions organisées diverses, qu'on ne rencontre pas dans les vers sains. Ces organismes sont : 1° des vibrions, souvent très-agiles, avec ou sans points brillants dans leur intérieur; 2° une monade à mouvements rapides; 3° le *Bacterium termo*,

ou un vibrion très-ténu qui lui ressemble; 4° un ferment en chapelets de petits grains, pareil d'aspect à certains ferments organisés que j'ai rencontrés maintes fois dans mes recherches sur les fermentations. Ces productions sont réunies dans le même ver, d'autres fois plus ou moins séparées. Celle qui se montre le plus fréquemment, au moins dans le cas que je vais indiquer tout à l'heure, est ce ferment en chapelets flexibles de deux, trois, quatre, cinq... grains sphériques, d'une parfaite régularité. Ce ferment, ou une production toute semblable, est décrit ou dessiné dans plusieurs de mes Mémoires relatifs aux fermentations. Le diamètre des grains est à peu près d'un millième de millimètre. On peut le déduire de la longueur d'un chapelet formé de plusieurs grains, divisée par le nombre de ces grains. La mesure ainsi faite, et qui comprend l'intervalle de deux grains, outre le diamètre de ces grains, est égale à $0^{mm},0015$ environ.

» J'ai démontré récemment que la maladie des morts-flats pouvait être héréditaire. On s'en convaincra facilement en répétant mes expériences.

» Prenez dans une éducation fortement atteinte de cette maladie des cocons bien formés, renfermant des chrysalides d'un aspect très-sain, et soumettez-les au grainage, en vous assurant que les papillons sont exempts de la maladie des corpuscules : vous reconnaîtrez, l'année suivante, que la maladie des morts-flats fera périr les vers issus de la graine dont il s'agit. La maladie des morts-flats peut donc être constitutionnelle et héréditaire dans certaines graines. D'ailleurs, qu'elle frappe accidentellement des éducations de graines très-saines par suite de fautes commises dans ces éducations, ou de circonstances inconnues, ou qu'elle sévisse héréditairement, cette maladie se montre avec une intensité très-variable. Les échecs sont absolus ou partiels, mais généralement, lorsqu'une chambre ne périt pas tout entière aux atteintes de la maladie des morts-flats, il est facile de reconnaître que les vers survivants, lorsqu'ils montent à la bruyère, ou lorsqu'ils commencent à filer leurs cocons, ont des mouvements très-lents. On les dirait sous l'influence du mal qui en fait succomber un certain nombre, bien qu'ils fassent des cocons, que ces cocons puissent être d'un bel aspect et fournir des papillons paraissant très-sains. Il y a plus, je pourrais citer des exemples dans lesquels j'ai vu presque tous les vers d'une éducation former leurs cocons, mais en présentant la langueur dont je parle. Ce sont des vers malades, mais pas assez pour qu'il leur soit impossible de monter à la bruyère. Toutefois, on rencontre alors beaucoup de cocons *fondus*.

« Cela étant, je me suis demandé si les vers des chambrées atteintes de

morts-flats, et qui néanmoins sont capables de faire des cocons et de se transformer en chrysalides et en papillons, ne porteraient pas en eux-mêmes les organismes dont j'ai parlé et qui sont propres à tous les vers assez malades pour succomber avant de pouvoir filer leur soie? Ces prévisions se sont réalisées.

» Voici ce que l'on observe toutes les fois que l'on a affaire à des éducations frappées de la maladie des morts-flats, et dont les sujets survivants fourniraient nécessairement, ainsi que je l'ai précédemment expliqué, une graine constitutionnellement atteinte de cette maladie. Le contenu du canal intestinal de la chrysalide, au lieu d'être formé, comme dans les chrysalides saines, de granulations amorphes, est rempli de ces petits chapelets de grains sphériques que j'ai décrits précédemment. En faisant ces observations, je croyais revoir quelques-unes de mes anciennes préparations relatives aux fermentations. On n'aperçoit ici ni bactériums, ni vibrions, ni monades.

» Lorsque l'on étudie, dans les conditions précédentes, les chrysalides d'éducations atteintes à un faible degré de la maladie des morts-flats, il faut en général en ouvrir plusieurs avant d'en trouver une qui offre le caractère dont il s'agit. Enfin, dans les cocons des bonnes éducations, où rien ne dénote l'existence de la maladie, le petit organisme dont il s'agit paraît tout à fait absent.

» Rien ne démontre encore que ces sortes de ferments dont je viens de parler soient la cause de la maladie des morts-flats. Ils ne sont peut-être que le résultat nécessaire d'un trouble profond dans les fonctions digestives. L'intestin venant à ne plus fonctionner par quelque circonstance inconnue, les matières qu'il renferme se trouvent alors placées comme dans un vase inerte.

» J'ai introduit dans un vase des feuilles de mûrier broyées avec de l'eau, et, au bout de vingt-quatre heures déjà, elles ont commencé à fermenter en montrant précisément les mêmes organismes que ceux que j'ai décrits.

» Je terminerai par une indication qui paraîtra fort extraordinaire; pourtant, comme ce n'est pas une opinion, mais un fait que j'ai à communiquer au Comice, je me hasarde à le publier, tout incomplet et tout singulier qu'il me paraisse à moi-même.

» Le 29 mars, à 8 heures du matin, j'ai placé sous une cloche de verre, en plein soleil, une boîte de carton renfermant une graine à cocons jaunes. La boîte était renfermée elle-même dans un sac de papier avec un thermomètre dont le réservoir touchait la boîte et dont la tige dépassait le

bord du sac, ce qui permettait de lire la partie haute de la graduation. La cloche est restée au soleil, à la même place, jusqu'au lendemain 30 mars à midi. Le 29, le thermomètre est monté à 27° Réaumur, et le 30, à 32°. Dans la nuit du 29 au 30, à deux heures et demie du matin, il est descendu à 2° Réaumur. La boîte contenant la graine a été apportée, le 30 mars à midi, dans une petite chambre où se trouvait, dans une autre boîte pareille à la première, le même poids de la même graine; cette chambre était alors à la température de 13° Réaumur, laquelle a été élevée d'un degré par jour jusqu'au moment de l'éclosion. Les deux graines ont commencé à éclore le même jour, le 13 avril. Ce jour-là à midi, on a fait une levée de vers dans l'une et l'autre boîte. L'éclosion a été terminée de part et d'autre le 14. Dans la boîte chauffée sous la cloche, il est resté cinquante œufs sans éclore, et dix seulement dans l'autre. Chaque lot de graine pesait un demi-gramme. J'ai élevé des portions égales de vers recueillis le 13 avril à midi; ils étaient placés dans deux paniers qui n'ont cessé d'être côte à côte, les repas donnés aux mêmes heures avec la même feuille. La graine qui n'a pas été chauffée m'a offert de la quatrième mue à la montée huit morts-flats sur un total de cent vers; l'autre, au contraire, n'en a pas offert un seul. Tous les vers de ce second panier, sans exception, ont fait leurs cocons et sont montés à la bruyère environ douze heures avant ceux de l'autre panier. Dans les premiers temps de l'éducation, il m'a paru qu'il y avait quelques vers un peu plus petits, mais en très-faible nombre, dans le panier de la graine chauffée. Cette inégalité, d'ailleurs à peine sensible, a disparu pendant l'éducation, excepté pour un seul ver, qui, néanmoins a parfaitement mûri et fait son cocon. Est-ce une illusion de ma part? J'ai cru remarquer que les vers issus de la graine qui avait séjourné sous la cloche avaient une vigueur plus accusée que les vers de l'autre essai.

» Je m'abstiens de toute réflexion sur l'observation qui précède; je ne la publie qu'à titre de renseignement pour l'avenir. En ce qui me concerne, je ne la perdrai pas de vue et je multiplierai les expériences, afin d'en mieux connaître la signification et l'importance pratique, si toutefois elle en a une. »

SÉRICICULTURE. — *Production de graines de vers à soie exemptes de germes corpusculeux; par* **M. Marès.**

« J'ai eu, cette année, l'occasion de faire une série d'éducations avec la même graine de vers à soie, et d'en observer les larves, les chrysalides et les

papillons, au point de vue du développement des corpuscules dont ces insectes sont actuellement le siége, et de la maladie dont ils sont attaqués. Les résultats de ces éducations m'ont paru offrir quelques indications relativement aux conditions les plus propres à reproduire facilement des graines saines, et font l'objet de cette Note.

» Ayant suivi avec le plus vif intérêt les beaux travaux de M. Pasteur sur la maladie des vers à soie, et m'inspirant de ses idées sur les garanties que doivent offrir les œufs de ces insectes pondus par des papillons vigoureux et exempts de corpuscules, j'ai élevé en 1868 des vers à soie de race jaune de pays, dont les graines m'ont été remises par M. Raybaud-Lange, et qui avaient été obtenues par lui au moyen du procédé de sélection fondé sur l'emploi du microscope, ainsi que l'a indiqué M. Pasteur.

» Un kilogramme de ces graines, divisé en deux éducations, l'une de 625 grammes (soit 25 onces), l'autre de 375 grammes (soit 15 onces), et faites l'une et l'autre aux environs de Montpellier, mais dans des directions différentes, éloignées de 25 kilomètres, ont complétement réussi au point de vue industriel (1), et ont confirmé la justesse des vues de M. Pasteur. Ce résultat est d'autant plus remarquable que les graines de pays ont généralement échoué. On peut juger ainsi des immenses services que la sériciculture est appelée à retirer d'un procédé de sélection destiné à paralyser, sinon à supprimer, la production des graines défectueuses.

» Mais si la réussite pour la production des cocons a été complète, il n'en a pas été de même pour la production d'une graine saine. La plupart des lots de cocons tirés de ces belles chambrées pour le grainage ont donné des papillons de belle apparence, qui ont beaucoup grainé, mais que le microscope a fait connaître comme corpusculeux : aussi les graines qui en proviennent doivent-elles être considérées comme suspectes.

» Un pareil résultat a été si fréquemment constaté depuis quelques années, dans les conditions actuelles de la maladie des corpuscules, qu'il est de ceux auxquels on devait s'attendre. Mais si, considéré isolément, il ne présente pas d'intérêt spécial, il n'en est pas de même quand on le rapproche d'autres résultats fournis par la même graine, élevée dans d'autres conditions.

» Ce sont les suivants : 1° je remis un échantillon de cette graine, pour

---

(1) Les quantités de cocons obtenues ont été, pour l'éducation de 25 onces faite chez moi, à Laussac, de 910 kilogrammes, et pour celle de 15 onces faite chez mon frère, à Saint-Gely-du-Fescq, de 575 kilogrammes.

être essayée en hiver à la magnanerie expérimentale de Ganges, à son directeur M. le comte de Rodez. Les vers se comportèrent parfaitement, et reçurent la bruyère le 22 mars dernier. Sur 100 graines, on obtint 98 cocons, qui furent tous considérés comme filés par des vers sains et vigoureux.

» 2° Le 15 mars, je retirai de cette graine un deuxième échantillon d'un demi-gramme environ, et je le mis à éclore. Les vers naquirent dans les premiers jours d'avril et furent élevés dans la chambre à éclosion, où le 7 avril on porta les 625 grammes d'œufs de la grande éducation.

» Cette petite division de vers s'est parfaitement comportée. Il ne s'en est pas perdu, car les retardataires, mis de côté, ont fait leurs cocons sans maladie. Les vers sont montés du 6 au 8 mai, et ont produit 950 cocons. Conservés pour graine, les papillons sont nés du 26 au 29 mai. Sur plus de 100 vers examinés au microscope et pris au hasard, il s'en est trouvé *trois* de corpusculeux, à raison de 50 à 100 corpuscules par champ. Quelques vers de cette petite division, isolément élevés, chez moi et chez ma mère, à Montpellier, quinze jours avant la montée, et nourris de feuilles de provenances diverses, ont tous donné, après la ponte, des papillons, soit mâles, soit femelles, exempts de corpuscules.

» 3° Dans la grande éducation dont la graine fut mise à éclore le 7 avril, une petite division, qui a produit 20 kilogrammes de cocons, a été conduite séparément dans la chambre d'éclosion. Les vers montèrent du 18 au 20 mai, par un temps très-chaud. On trouva quelques gras au moment de la montée, mais en quantité insignifiante. Après la montée, je trouvai pour la première fois quelques retardataires tachés ou pélerinés, et je les reconnus corpusculeux, mais leur nombre était très-petit. Une partie des cocons a été réservée pour graine. Sur 1000 papillons, j'en ai examiné plus de 100 au microscope; il s'en est trouvé les $\frac{2}{3}$ de corpusculeux, à raison de 150 à 500 corpuscules par champ.

» 4° Dans la grande éducation, conduite dans une magnanière divisée en deux pièces, les vers montèrent très-bien du 21 au 24 mai. Après la quatrième mue (du 12 au 14 mai), l'éducation marchait si bien, qu'en enlevant les litières on n'y trouvait aucun vers malade d'une maladie quelconque (1). A peine y restait-il quelques retardataires. A la montée, il y

(1) Je trouvai deux muscardins et quelques petits, que je reconnus exempts de corpuscules, dans des litières occupant dans les magnanières plus de 400 mètres carrés. Je n'y trouvai ni gras ni morts-flats. A la montée, cette dernière maladie s'est à peine montrée.

eut quelques gras, et, pour la première fois, çà et là, quelques pélerinés, corpusculeux. Ils étaient plus nombreux dans les dernières divisions, qui montèrent du 23 au 24 mai.

» Quelques petits lots de beaux cocons ont été prélevés sur la grande chambrée pour en faire grainer les papillons. Ayant examiné ces derniers à diverses reprises, je les ai reconnus corpusculeux, à raison de 20 sur 21, et la plupart des champs observés ont présenté de 500 à 2000 corpuscules.

» 5° Sur la grande chambrée, deux petits lots de vers furent prélevés, le 1er et le 2 mai, dans le troisième âge, et élevés à Montpellier, l'un chez moi, l'autre chez ma mère, avec les soins les plus minutieux. L'un de ces lots a donné 700 cocons et l'autre 560. Tous les deux ont été gardés pour graine. Ces vers ont parfaitement marché; néanmoins j'ai trouvé dans chaque lot deux retardataires légèrement pélerinés, corpusculeux, et, en outre, dans le mien (de 560 cocons) il y eut deux gras à la montée.

» Celui de 700 cocons, arrivé à la bruyère le premier, du 21 au 23 mai, a donné des papillons presque tous exempts de corpuscules. Sur 100 que j'en ai examinés au hasard, 5 ont été trouvés corpusculeux, à raison de 150 à 250 corpuscules par champ.

» Le lot de 560 cocons, auprès duquel j'avais eu l'imprudence de mettre quelques vers malades, dont j'avais formé une petite infirmerie, monta du 24 au 27 mai. Sur 100 papillons examinés j'en ai trouvé 10 de corpusculeux, à raison de 110 à 500 corpuscules par champ en moyenne.

» 6° Des faits analogues se sont passés chez mon frère (1); quelques vers que son magnanier fit éclore en mars donnèrent au commencement de mai des papillons que j'ai reconnus *tous* exempts de corpuscules. *Tous* les papillons provenus des lots de sa grande éducation, gardés pour graine, ont été reconnus comme très-corpusculeux. Il est vrai qu'à la distance de quelques centaines de mètres de ses magnanières, et sous le vent régnant habituellement, se trouvait une éducation de 75 grammes très-corpusculeuse, qui a pu être pour ses vers un foyer d'infection, auquel les miens n'ont pas été exposés.

» Ces diverses éducations d'une même graine me paraissent présenter, au point de vue de l'invasion des corpuscules, une gradation marquée.

» En laissant de côté l'essai précoce de la Magnanerie expérimentale, dont les papillons ne furent pas examinés au microscope, nous voyons une première petite éducation, plus précoce que les grandes chambrées, mais

---

(1) C'est chez lui que s'est faite l'éducation de 375 grammes de graine.

conduite à une époque où l'on trouve déjà des feuilles de mûrier en abondance dans tous les terrains chauds et abrités, donner des papillons à peu près exempts de corpuscules, et qui se trouvent dans les meilleures conditions pour pondre les graines destinées à former les futures éducations de l'année suivante. Pourvu qu'on parte de graines non corpusculeuses (ce qui est aujourd'hui très-facile), la réussite de ces petites éducations précoces me paraît certaine.

» Les petites divisions de vers qui viennent après la petite éducation précoce, et en même temps que les grandes chambrées, donnent des papillons plus corpusculeux, malgré les soins dont ils sont l'objet, et leur nombre est beaucoup plus grand; ainsi il est double et même triple.

» Sous l'influence des grandes éducations et de l'accumulation de vers qui en résulte, on voit, à l'époque ordinaire où on les fait, le corpuscule envahir presque tous les papillons. Cependant quelques jours auparavant, au moment de la montée, on ne trouvait que fort peu d'individus corpusculeux dans ces mêmes chambrées, soit parmi les vers, soit parmi les chrysalides.

» Je dois ajouter qu'ayant eu l'occasion de visiter à Montpellier plusieurs petites éducations de graines distribuées par 5 grammes à la fois, et issues de papillons exempts de corpuscules, je les ai trouvées réussies quant aux cocons; mais au moment de la montée j'ai toujours reconnu, parmi les retardataires, des vers pélerinés corpusculeux. Plus tard l'inspection des papillons a démontré que les corpuscules les avaient envahis dans la proportion de 20 à 65 pour 100 des individus examinés. Les vers de ces graines sont montés du 15 au 20 mai; il est probable que leur éducation, avancée de huit à quinze jours, aurait donné des papillons bien moins atteints de corpuscules.

» On a souvent parlé de l'heureuse influence de la précocité des éducations sur leur réussite; les résultats qui viennent d'être cités montrent que cette opinion est fondée. Dans le courant d'une pratique déjà longue, j'ai eu souvent l'occasion de m'en assurer, en observant aussi l'influence de l'élévation générale de la température, dans la dernière quinzaine de mai et le courant de juin, sur les maladies du ver à soie et sur l'activité de leur propagation (1). Mais alors nous manquions de faits comparables comme ceux de cette année, et nous étions dépourvus des moyens d'observation

(1) Tous les magnaniers savent combien il est dangereux de retarder l'éducation des vers à soie, et d'arriver à la montée à l'époque des chaleurs.

qui permettent de contrôler l'état du papillon après sa ponte et même après sa mort. Nous croyons donc les faits que nous signalons susceptibles d'être mis à profit par la pratique, pour la facile reproduction des graines saines et exemptes de corpuscules. Les éducations de vers desquelles on peut tirer des papillons reproducteurs sont rares, si on les cherche parmi celles qu'on fait à l'époque ordinaire, surtout si les chaleurs sont précoces comme cette année; elles sont, au contraire, communes si, partant de graines non corpusculeuses, on les conduit plus tôt et au moment où les chaleurs sont seulement suffisantes pour développer la végétation du mûrier.

» L'époque qui nous paraît la plus favorable, sous le climat de Montpellier, pour mettre à éclore les œufs destinés aux petites éducations de graines, est, selon les années, la première quinzaine de mars. On peut alors obtenir la montée des vers dans les premiers jours de mai. Le papillonage et le grainage ont lieu quinze jours après, à une époque de l'année où les chaleurs ne se font pas encore sentir, et où elles ne compliquent pas encore les difficultés de l'éducation des vers.

» Ces petites éducations devront être faites dans des locaux spéciaux, qui leur seraient exclusivement destinés. Il ne faudrait pas y élever, plus tard, d'autres vers, pour ne point y accumuler les germes d'infection qui jouent un rôle si actif dans le développement des maladies du ver à soie. On devrait se borner à y élever la quantité de vers strictement nécessaire pour reproduire les graines dont on croit avoir besoin pour l'année suivante. En isolant par couples les papillons d'un certain nombre de pontes, et en les examinant ensuite au microscope pour séparer tout ce qui est corpusculeux, il est facile de se procurer, dans chaque petite éducation précoce, des graines tout à fait exemptes de germes corpusculeux, et d'en faire la base des éducations futures. »

M. Dumas signale à l'Académie, parmi les documents qui témoignent des bons résultats obtenus par l'emploi des procédés de M. Pasteur, la Lettre suivante, tirée du journal *le Var* du 14 juin et adressée à M. Pasteur le 8 juin, par *M. Pierrugues*, maire de Callas (Var); cette Lettre constate une fois de plus comment notre éminent confrère a pu prédire avec certitude les résultats des éducations réalisées avec des graines soumises à son examen :

« Monsieur, la campagne séricicole touche à sa fin dans ma commune : je suis donc en mesure de vous faire connaître le résultat des éducations

faites avec les graines n° 1 et n° 2 que, sur ma demande, vous avez bien voulu soumettre à un examen microscopique.

» Dans l'intérêt de la sériciculture de notre département, vous daignâtes consigner les déductions pratiques fournies par votre examen dans une Lettre qui, selon votre désir, fut insérée dans le journal *le Var* du 30 avril et reproduite par un journal de Toulon.

» Comme vous devez bien le penser, l'émotion produite par votre communication fut grande parmi les éducateurs nantis de ces deux sortes de graines ou de l'une des deux. On hésita d'abord sur le parti à prendre : fallait-il ajouter foi aux prévisions de la science? Eh bien, vous l'avouerai-je, l'hésitation ne fut pas de longue durée. Après s'être passé de mains en mains le numéro du journal qui avait reproduit votre Lettre, on finit par se dire que, après tout, le microscope n'était pas infaillible, que les jugements de la science étaient parfois frappés d'appel, etc., etc., et on procéda, comme si de rien n'était, à l'éducation de ces graines, à l'occasion desquelles vous aviez prémuni les éducateurs. Tout au plus si, parmi ces derniers, quelques-uns jugèrent faire acte de prudence en s'approvisionnant d'une faible quantité d'autres graines.

» Il s'en est donc suivi que, selon que vous en exprimiez le désir, mais dans une mesure plus large qu'il ne convenait à l'intérêt des éducateurs eux-mêmes, on a soumis votre jugement à l'épreuve des faits. Eh bien, les faits ont parlé, et, malheureusement pour notre localité, ils n'ont que trop confirmé le verdict que vous aviez porté sur les graines n° 1 et n° 2, soumises à votre examen, dans le courant d'avril dernier.

» Les éducations faites avec ces deux sortes de graines ont complétement échoué; à peine si quelques-unes, réputées les mieux réussies, ont donné de 2 à 6 kilogrammes de cocons par 25 grammes de graines. Que dire des autres, sinon constater des résultats véritablement navrants. Au même moment où je trace ces lignes, je reçois la visite d'un éducateur désolé, qui, m'exhibant un *cocon unique*, m'affirme que c'est là le produit tout entier d'une éducation de 25 grammes de la graine n° 2.

» J'ai, de mon côté, me conformant à vos intentions, fait procéder sous mes yeux à l'éducation de 4 grammes de la graine n° 1, que je croyais excellente, avant l'examen que vous en aviez fait; ni le choix du local, ni la quantité de la feuille, ni les soins les plus minutieux n'ont pu un seul instant arrêter les progrès du mal, dont les symptômes ont apparu dès la première mue. Aujourd'hui, au moment de la montée en bruyères, je conserve à peine une demi-claie de vers, ne devant pas donner plus de $\frac{1}{2}$ kilogramme de cocons.

» Ainsi donc vos appréciations sur les qualités pathogéniques des graines n° 1 et n° 2, après l'examen microscopique du mois d'avril, ont reçu dans cette commune la consécration rigoureuse des faits. Et, s'il ne vous a pas été donné d'épargner à nos éducateurs, pour l'année 1868, des mécomptes que vous aviez prévus d'avance, votre Lettre du 24 avril aura eu ce résultat inappréciable de démontrer aux incrédules que la science, encore impuissante aujourd'hui à guérir le mal, quand il est déclaré, peut du moins le prévenir, en faisant connaître les conditions dans lesquelles il se développe. Et, par suite, j'aime à penser que, dès cette année, on ne procédera dans notre département à aucun grainage, sans avoir préalablement soumis à l'examen microscopique les papillons destinés à la reproduction. Je suis d'autant plus fondé à l'espérer que le Comice agricole de Draguignan, selon l'avis que m'en donne M. le professeur Barles, se trouve, dès à présent, en mesure de soumettre à l'épreuve du microscope les échantillons de cocons qu'on voudra bien lui adresser. »

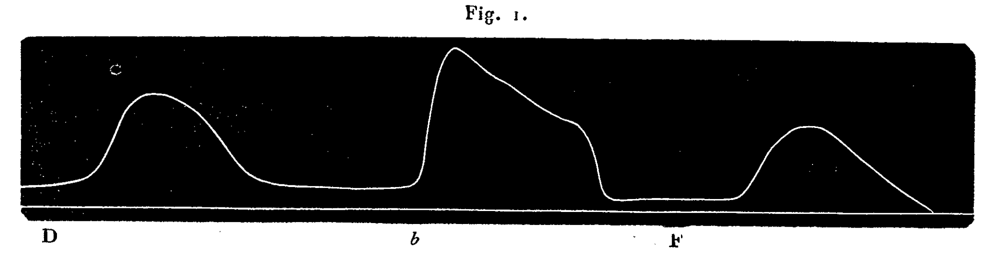
ASTRONOMIE. — *Sur le spectre de la comète de Winnecke; par le* **P. Secchi.**

« Rome, ce 22 juin 1868.

» La nouvelle comète de M. Winnecke est venue fort à propos pour répéter les observations que j'ai faites sur celle de Brorsen. Cette comète est petite, mais très-brillante; son éclat, à 1^{h} 30^{m} du matin, était environ celui d'une étoile de sixième grandeur. J'en ai fait une bonne observation au spectroscope, et le résultat que j'ai obtenu me paraît assez intéressant.

» Son spectre, au premier aperçu, avec le spectroscope direct simple, est formé de trois bandes assez vives : celle du milieu, la plus vive, est verte; une autre, assez brillante, se trouve dans le jaune, et la dernière, la plus faible, dans le bleu. Le fond du champ de la lunette est plein d'une faible lumière diffuse. La courbe suivante représente à peu près le degré d'intensité de la lumière.

Fig. 1.



» La position des bandes a été comparée aux raies solaires, au moyen

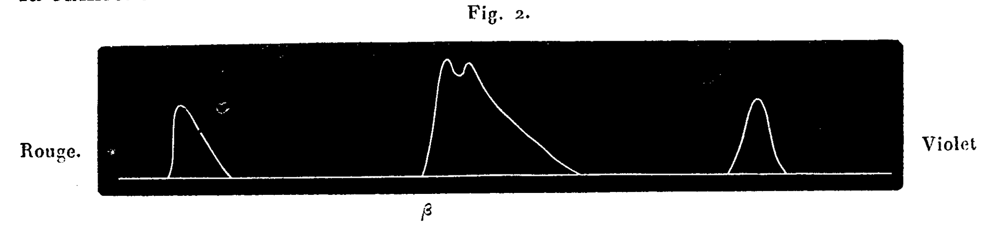
de l'observation précédente de Vénus, et voici le résultat :

	r	
Vénus, raie D...............	4,29	
Comète.....................	4,68	Commencement de la bande jaune.
Comète.....................	5,29	Fin de la bande jaune.
Vénus, raie (b)..............	5,99	
Comète.....................	5,97	Commencement du vert brillant.
Comète.....................	6,44	Milieu du vert.
Comète.....................	6,97	Fin du vert.
Vénus, raie F...............	7,11	
Comète.....................	7,86	Maximum de la bande bleue, dont la largeur égale à peu près la jaune.
Vénus, raie G...............	10,06	

» Il est bon de remarquer que la lumière est très-intense et très-vive au commencement des bandes jaune et verte.

» Ce spectroscope laissait une grande intensité à la lumière; mais aussi, comme il n'a pas de fente, les raies n'étaient pas nettes et se comportaient comme le noyau, qui était diffus aux bords. La lumière de l'auréole cométaire (dans laquelle, avec un grossissement de 300 fois, on voyait des traces de secteurs plus brillants) contribuait encore à rendre les raies moins tranchées. J'ai donc employé le spectroscope à fente; mais, avec le spectroscope à deux prismes très-dispersifs de Hofmann, à vision angulaire, on voyait à peine la bande centrale. En substituant un prisme à vision directe, j'ai obtenu l'image très-nette des trois bandes. La forme de ces bandes était à peu près la suivante, les ordonnées indiquant l'intensité de la lumière :

Fig. 2.



» Ici la forme tranchée du côté du rouge est bien prononcée. Toute lumière intermédiaire a disparu. Mais on avait de la peine à mesurer les raies extrêmes. J'ai réussi facilement, au contraire, à superposer à la ligne plus lumineuse β du vert l'image réfléchie de la fente de mon micromètre. Cette position laissée intacte jusqu'au lever du soleil, on a trouvé qu'elle correspondait à la ligne (b) du magnésium à très-peu près. Ce résultat confirme celui des mesures précédentes.

» Cependant l'aspect général du spectre n'est pas celui des métaux, et cette raie n'indique pas certainement la présence de ce métal. En comparant les mesures des autres raies avec les figures des spectres donnés par M. Angstroem, on trouve que le carbure d'hydrogène CH représente très-bien ces groupes en position, de sorte qu'on serait porté à croire que cette substance intervient effectivement dans l'éclat de la comète. Mais je me réserve d'y revenir par des mesures répétées.

» J'ai examiné aussi la polarisation de la comète, et je l'ai trouvée assez sensible dans l'auréole; mais pour le noyau, je n'ai pas trouvé de résultat appréciable. Mon appareil est cependant très-sensible : il se compose d'un faible oculaire positif, d'un grossissement de quatre-vingt-dix fois, qui, avant les lentilles, porte une plaque de quartz faite avec deux morceaux de rotation opposée; après les lentilles est l'analyseur, un prisme de nicol ou un prisme biréfringent à volonté. En divisant l'image du noyau par la ligne de séparation des deux lames, comme par un fil micrométrique, on ne voyait aucune différence de couleur dans les deux moitiés du noyau, tandis que, dans la lumière diffuse du champ, il avait une trace de coloration complémentaire assez sensible. Ainsi la lumière du noyau est de la lumière propre dans sa partie principale.

» Pour revenir au spectre, on voit que, quoique du même ordre que celui de la comète de Brorsen, il est cependant bien différent. La différence dans la bande jaune serait $0^r,76$; dans la verte, $0^r,46$; et dans la bleue, $0^r,49$. Ces différences sont trop considérables pour être attribuées à de simples erreurs d'observation. La lumière verte commence ici près de la raie du magnésium *b*, pendant que celle du spectre de la comète de Brorsen en était très-éloignée.

» La partie la plus brillante m'a paru présenter des discontinuités; mais il est très-difficile de les mesurer exactement. Ce caractère singulier, que la lumière commence par des lignes assez vives et va ensuite en décroissant, est tel, qu'il rappelle à lui seul la lumière d'un corps gazeux. Si la lumière de la comète continue à augmenter, on pourra trancher plusieurs de ces questions. J'ai comparé ces bandes à celles qu'on obtient dans la lumière transmise à travers des verres colorés, ou réfléchie par les matières colorantes les plus pures, mais je n'ai pas remarqué dans les lumières ainsi obtenues la même netteté de contour que dans celle de la comète, de sorte que l'origine en est différente.

» Il y a sans doute une grande difficulté à expliquer comment ces gaz peuvent avoir une lumière propre, mais cette difficulté n'est pas différente

de celle qu'on rencontre pour les nébuleuses. Et j'ajouterai que cette incandescence propre, une fois admise, faciliterait beaucoup l'explication de l'éclat des étoiles filantes, qui ont tant de points communs avec les comètes.

» *P.-S.* — Je crois que M. Huggins trouve maintenant une différence de position entre la raie *f* de Sirius et celle de l'hydrogène. Faute de moyens convenables, je n'ai pas pu faire l'observation de cette position d'une manière *absolue*, mais seulement relative, comme je le disais dans ma communication à l'Académie. Ainsi il n'y a rien d'inexact de mon côté, et la découverte que j'ai annoncée reste tout entière, savoir que, par le changement de place des raies, on peut avoir un indice des mouvements propres. J'espère pouvoir faire ces mesures *absolues* dans peu de temps. »

PHYSIQUE. — *Sur la diathermansie du chlorure de potassium; par* **M. G. Magnus.** (Extrait d'une Lettre à M. Regnault.)

« On trouve maintenant à Stassfurt des cristaux volumineux d'une transparence parfaite; les minéralogistes ont donné à ce minéral le nom de *sylvine*. J'ai reconnu que la sylvine présente les mêmes propriétés que le sel gemme, au point de vue de sa transparence pour la chaleur. Une plaque de sylvine de 26 millimètres d'épaisseur laisse passer 76 pour 100 de la chaleur incidente, exactement la même proportion qu'une plaque de sel gemme de même épaisseur pris à Stassfurt.

» Melloni a trouvé qu'une plaque de sel gemme de $2^{mm},6$, c'est-à-dire du dixième de l'épaisseur de ma plaque de sylvine, laissait passer 92,3 pour 100 de chaleur incidente; une autre plaque qu'il indique comme *louche* n'en laissa traverser que 62 pour 100. Ainsi la sylvine et le sel gemme de Stassfurt présentent, sous une épaisseur dix fois plus grande, une diathermansie moyenne entre celles que Melloni a trouvées sur ses plaques de sel gemme.

» J'ai eu occasion d'essayer une plaque de sel gemme du Wurtemberg qui m'a donné 92,6 pour une épaisseur de 26 millimètres.

» La diathermansie de la sylvine est semblable à celle du sel gemme sous un autre rapport : elle ne varie pas avec la température de la source; je l'ai trouvée la même pour la chaleur émise par une lampe et pour celle qui provenait d'un vase chauffé à 100 degrés. Jusqu'ici le sel gemme était la seule substance douée de cette propriété. »

M. Dumas entretient l'Académie d'une Note qu'il a reçue de *M. Fournet*,

« au sujet du caractère périodique d'une corrélation du sud-est tempêtueux et du sud-ouest orageux. » Dans cette Note, M. Fournet décrit deux tempêtes qui ont affecté le midi de la France, et dans lesquelles il montre l'influence concomitante des vents de sud-est et de sud-ouest.

Mais la circonstance sur laquelle l'auteur insiste le plus, c'est que ces deux bourrasques, avec des caractères identiques, se sont produites, l'une en 1846, l'autre en 1857, et toutes deux entre le 17 et le 19 octobre; M. Fournet trouve dans cette coïncidence une nouvelle preuve à l'appui des lois de périodicité qu'il a déjà mentionnées dans ses Mémoires de 1855 et 1857 :

« ... Ce qui n'est pas aussi sujet à incertitudes, c'est l'identité des dates aux deux époques, quoiqu'elles soient séparées par un intervalle de neuf années. Il devenait donc présumable que l'espèce de déréglement en question était une affaire très-réglée par une de ces lois de périodicité dont j'ai déjà mentionné plusieurs exemples en me basant sur mes courbes de 1855 et 1857 (*Annales de la Société d'Agriculture de Lyon*). En effet, leur inspection démontre bientôt que le 17 octobre est un moment de crise caractérisé par ses températures, par ses pluies et ses orages, de sorte qu'il sera désormais facile de trouver un bon nombre d'autres exemples à l'appui de mes indications actuelles. »

M. **Frankland** adresse à l'Académie une Note, écrite en anglais, sur « la combustion de l'hydrogène et de l'oxyde de carbone dans l'oxygène sous de hautes pressions ». Cette Note, parvenue à M. le Secrétaire perpétuel peu de temps avant la séance, n'a pu être traduite : elle sera insérée dans un des prochains *Comptes rendus*.

« M. **Becquerel** a la douleur d'annoncer à l'Académie que M. Matteucci a succombé le 25 juin à une attaque d'apoplexie, à l'Ardenzo, près de Livourne, où il était allé depuis peu de jours, dans l'espoir de rétablir sa santé. M. Matteucci était un des savants les plus éminents de l'Italie; ses recherches incessantes en électricité ont attaché son nom à toutes les découvertes qui ont été faites dans cette partie de la physique depuis quarante ans. L'électrophysiologie surtout lui doit des découvertes fondamentales, qui sont pour lui des titres à la reconnaissance de ses contemporains et de la postérité. La perte de M. Matteucci sera vivement ressentie par les amis des sciences et par l'Académie, dont il était un des Correspondants et

qui l'avait mis au rang des candidats à la place d'Associé étranger laissée vacante par le décès de *M. Brewster.* »

M. Dumas a reçu de Mme Matteucci une Lettre qu'il dépose sur le bureau. En lui annonçant la perte douloureuse qu'elle vient d'éprouver, elle le prie de remercier l'Académie des témoignages d'estime que M. Matteucci en a reçus et qui ont adouci ses derniers moments.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Associé étranger, en remplacement de feu *David Brewster*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 49,

M. Graham obtient	23	suffrages.
M. Kummer	23	»
M. Bunsen	2	»
M. Airy	1	»

Aucun candidat n'ayant réuni la majorité absolue des suffrages, il est procédé à un second tour de scrutin.

Le nombre des votants étant 50,

M. Kummer obtient	27	suffrages.
M. Graham	23	»

M. Kummer, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation de l'Empereur.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de décerner le prix Barbier, au concours de l'année 1868.

MM. Nélaton, S. Laugier, Andral, Robin, Brongniart réunissent la majorité des suffrages.

RAPPORTS.

MÉCANIQUE. — *Rapport sur deux communications de* M. Tresca, *des 25 mai et 22 juin 1868, relatives à l'application des formules générales du mouvement des liquides à l'écoulement des solides ductiles.*

(Commissaires : MM. Morin, Combes, de Saint-Venant rapporteur.)

« M. Tresca a présenté le 7 novembre 1864, ainsi que les 22 avril et 3 juin 1867, sur l'*écoulement* des solides ductiles, surtout du plomb, soumis à de fortes pressions dans des vases percés d'orifices de diverses formes, trois Mémoires qui ont été honorés de l'approbation de l'Académie, et dont elle a ordonné l'impression au *Recueil des Savants étrangers* dans ses séances du 12 juin 1865 et du 10 février 1868.

» A celui de novembre 1864 déja imprimé (1), après avoir décrit les résultats relatifs au passage forcé de blocs cylindriques par des orifices circulaires dont les centres étaient sur leurs axes, résultats qui étaient manifestés par les formes finales des faces jointives des plaques primitivement planes dont il avait eu soin de composer ses blocs, M. Tresca a présenté une théorie mathématique destinée à expliquer, et au besoin à prévoir, le mouvement pris par leurs diverses molécules dans cette sorte d'écoulement. A cet effet, il part du principe, constaté par l'ensemble de ses observations, de l'invariabilité de la densité de la matière, et par conséquent du volume de chacun de ses éléments déformés. Il partage, par la pensée, le bloc en trois parties : l'une appelée le *cylindre central*, à arêtes verticales, et ayant pour base l'orifice même, supposé horizontal; l'autre appelée la partie *latérale ou extérieure* au cylindre, et qui forme elle-même un cylindre creux ou à base annulaire; enfin la troisième constituant le *jet*, c'est-à-dire celle qui est déjà sortie par l'orifice, et qu'il a reconnue être aussi sensiblement cylindrique et constituer un simple prolongement du cylindre central. Puis il admet comme hypothèse approximativement justifiée que *dans chacune des trois parties*, et tant qu'elle n'en sort pas, *toute ligne matérielle horizontale reste horizontale, et toute ligne matérielle verticale reste verticale.*

» De cette double supposition, combinée avec le principe de la permanence du volume de chaque élément, il est facile de conclure que les composantes verticales des vitesses de descente des molécules, considérées aux

(1) T. XVIII du Recueil cité, et *Annales du Conservatoire*, t. VI.

divers points du bloc à un même instant de son écoulement, varient linéairement avec leurs coordonnées verticales, et par conséquent : 1° décroissent uniformément dans la partie latérale depuis la surface supérieure, où elles sont égales à la vitesse de descente du piston, jusqu'au fond où elles sont nulles vu que les mouvements ne peuvent y être qu'horizontaux; 2° croissent uniformément dans le cylindre central depuis la surface supérieure, où elles sont toujours égales à la vitesse du piston, jusqu'à l'orifice où elles sont égales à celles-ci, augmentées dans le rapport de la base ou coupe horizontale du bloc à la superficie de l'orifice; 3° sont constantes dans le jet, et égales partout à la vitesse augmentée comme on vient de dire.

» De là, toujours au Mémoire de 1864, M. Tresca déduit les trajectoires parcourues par les molécules jusqu'à ce qu'elles fassent partie du jet, et surtout les transformations que subissent les lignes verticales ou horizontales en passant d'une des parties dans la suivante, où elles deviennent quelquefois obliques et courbes. Aux deux passages, les trajectoires, comme les *transformées,* font des angles; mais il observe que ces brisures viennent de ce qu'on étend approximativement jusqu'aux surfaces de séparation les hypothèses de conservation de l'horizontalité ou de la verticalité des lignes matérielles. En réalité il y a raccordement, ou plutôt chacune de ces deux espèces de lignes forme d'un bout à l'autre une seule et même courbe dont on ne fait qu'approcher au moyen des hypothèses en question.

» Dans ces calculs, qui datent de 1864, et que nous croyons nécessaire ici de rappeler, M. Tresca ne considère les mouvements *qu'en eux-mêmes*, indépendamment des forces qui les produisent; en sorte que l'on peut regarder sa théorie comme appartenant à la *cinématique des déformations*, étudiée pour la première fois par Cauchy en 1826 (1) dans ses recherches *sur la condensation et la dilatation des corps*. On trouverait donc facilement que les petits éléments sphériques se changent en ellipsoïdes, que les trois axes de ces ellipsoïdes sont exclusivement horizontaux et verticaux, excepté dans les petites portions où il y a passage d'une des trois parties dans la suivante, et que, sous la même restriction, il n'y a de *glissements* relatifs que sur les faces dont la direction est oblique à l'horizon.

» Dans la première des deux Notes de 1868, dont l'Académie nous a chargés de lui rendre compte (et déjà, sans calculs, dans quelques parties du Mémoire d'avril 1867), M. Tresca passe de la cinématique à la dyna-

(1) *Exercices de Mathématiques*, 2e année.

mique, c'est-à-dire qu'il considère, outre les mouvements moléculaires, les *pressions* qui ont lieu tant à la surface que dans l'intérieur des blocs. A cet effet, en supposant les blocs de forme rectangulaire, ainsi que les orifices d'écoulement de même longueur afin de n'avoir à considérer que deux dimensions, il pose les équations différentielles connues du mouvement des liquides, basées sur l'hypothèse d'*égalité de la pression en tous sens* autour de chaque point; et, pour plus de simplicité, il réduit ces équations à celles du cas du mouvement permanent, où les vitesses et les pressions ne dépendent, en chaque point, que de ses coordonnées dans l'espace; cela exige que le vase contenant le bloc soit *entretenu plein*, ce qu'il a plus d'une fois réalisé dans ses expériences en ajoutant une plaque sous le piston chaque fois qu'il est descendu d'une hauteur égale à l'épaisseur de celle-ci. En combinant ces équations différentielles avec l'hypothèse ci-dessus de conservation de l'horizontalité et de la verticalité des lignes dans chaque partie, et en faisant quelques intégrations faciles, M. Tresca déduit pour la pression, soit dans la partie prismatique latérale, soit dans la partie prismatique au-dessus de l'orifice, deux expressions très-simples. Il en résulte que la pression serait la même en tous les points de certaines circonférences de cercle, et qu'elle varierait d'une circonférence à l'autre proportionnellement aux variations du carré de leur rayon.

» La supposition d'égalité de la pression en tous sens, qui revient comme on sait à celle de sa constante *normalité* aux faces sur lesquelles elle s'exerce, est assurément fort hardie. Si dans les fluides sans viscosité sensible, tels que l'eau, et même dans l'air, cette supposition est souvent en défaut, et il faut tenir compte des *frottements* ou des *composantes tangentielles* de pression lorsque leurs parties glissent les unes devant les autres, on conçoit qu'à plus forte raison une pareille supposition doit se trouver inexacte dans les corps solides, où les composantes tangentielles ont une intensité tellement peu négligeable, que c'est précisément elle qui constitue l'état de solidité, ou, comme disent les auteurs anglais, la *rigidité*.

» Cependant si l'on considère que les écoulements de solides sont déterminés par des pressions normales excessivement grandes, telles que mille atmosphères, il n'est pas impossible que les pressions tangentielles restent relativement petites, excepté aux environs de l'orifice. Mais d'une autre part, s'il faut exercer de telles pressions, c'est sans doute pour vaincre cette force de rigidité s'exerçant tangentiellement et apparemment très-intense. Aussi nous ne jugeons pas que le sujet soit encore assez mûr, et nous ne suivrons pas l'auteur dans la partie dynamique de sa Note du

25 mai, malgré les judicieuses réserves qu'il apporte aux conclusions tirées de ses calculs.

» On sait à cet égard que Navier, Cauchy, Poisson, ont donné, de 1822 à 1829, des équations différentielles du mouvement des fluides ou des matières molles (1) où il est tenu compte des frottements supposés proportionnels aux vitesses de glissement relatif des parties les unes devant les autres; hypothèse qu'on peut regarder comme remontant à Newton (2), et que Coulomb a motivée le premier par un raisonnement (3). Ces équations n'ont pu servir jusqu'ici pour les fluides que dans des cas rares, tels que ceux de mouvements extrêmement lents, ou bien d'écoulements dans des tubes capillaires très-polis; car, dans tout autre cas, les tourbillonnements ou les mouvements que Girard appelait *non-linéaires* s'opposent à ce que leur emploi explique les faits. Mais, pour les solides ductiles, où ces mouvements tumultueux et irréguliers ne prennent pas naissance, il est possible que les équations assez simples auxquelles ces trois illustres savants sont arrivés par des routes différentes puissent, un jour, être utilement appliquées et servir même à une détermination des forces intérieures, surtout si l'on a égard à ce que les composantes tangentielles doivent, ici, avoir une partie considérable ne dépendant pas des vitesses d'ailleurs ordinairement faibles dans ces sortes d'écoulement. Nous croyons que cette observation, faite dans l'intérêt de l'avenir de la science, ne paraitra pas dénuée d'utilité, et qu'elle peut mener à un fécond sujet d'étude.

» Nous ne suivrons pas non plus l'auteur dans les quelques lignes où il tente, d'une manière vraisemblablement prématurée, de déduire, des considérations auxquelles il vient de se livrer pour les solides, une formule nouvelle pour la vitesse avec laquelle un liquide s'écoule par un orifice en vertu de sa seule pesanteur.

» Mais une partie de la Note du 25 mai mérite spécialement des éloges. C'est la partie cinématique. Et toute la Note du 22 juin s'y trouvera jointe; car l'auteur ne s'y occupe que de la loi des mouvements, en modifiant, pour l'écoulement *varié,* les formules dressées, à l'autre Note, pour un écoulement permanent d'un bloc où la matière est renouvelée par une affluence artificielle.

---

(1) *Mémoires de l'Institut*, t. IV. — *Exercices de Mathématiques*, 3e année, p. 185. — *Journal de l'École Polytechnique*, XXe cahier, p. 152.

(2) *Principes*, livre II, section IXe et dernière, hypothèse et proposition 21.

(3) T. III des *Mémoires de la Classe des Sciences physiques et mathématiques de l'Institut.*

» Il tire, en effet, les formules de cinématique *de la seule équation de continuité* exprimant, en hydrodynamique, la conservation des volumes, en la combinant avec les équations, également différentielles, qui expriment les conservations d'horizontalité et de verticalité dont nous avons parlé ci-dessus. Il obtient ainsi, d'une manière claire et simple, les composantes horizontales et verticales des vitesses des molécules, en fonction de leurs seules coordonnées quand le mouvement est permanent, et, quand il ne l'est pas, en fonction des coordonnées et du temps, auquel on peut substituer avantageusement une autre variable, savoir le degré d'enfoncement du piston, car alors il n'est pas nécessaire d'attribuer à la descente de celui-ci une vitesse constante.

» Or la connaissance ainsi obtenue des vitesses des molécules est fort utile, en ce sens qu'elle conduit à traiter d'une manière claire et complète la théorie nouvelle, ou à déterminer toutes les circonstances du mouvement régi par les hypothèses dont on a parlé.

» L'un de nous le montre dans une Note jointe à ce Rapport, et qui peut en être considérée, de sa part, comme une annexe et un développement. En mettant à la place des composantes des vitesses dans les sens des deux coordonnées les différentielles de celles-ci par rapport au temps, on a en effet des équations qui, intégrées, fournissent les valeurs des coordonnées d'une molécule quelconque à un instant donné ou pour un état donné d'avancement de l'écoulement, en fonction des coordonnées qu'elle avait à un instant antérieur aussi donné et quelconque.

» Les trajectoires moléculaires s'en déduisent immédiatement en éliminant entre ces deux expressions des coordonnées d'un même molécule, le temps, ou la variable exprimant le degré d'enfoncement du piston.

» Et ce que M. Tresca appelle les *transformées* d'une droite horizontale ou d'une droite verticale s'obtient facilement en éliminant la coordonnée horizontale ou la coordonnée verticale primitive.

» Ce calcul a été exécuté non-seulement pour le bloc en forme de prisme rectangle considéré par M. Tresca dans ses Notes de 1868, mais, encore, à l'aide de coordonnées polaires, comme on peut voir, pour le bloc cylindrique et l'orifice circulaire. L'un de nous a ainsi reconnu que tous les résultats, nettement et analytiquement obtenus, relatifs à ce dernier bloc, sont complétement d'accord avec ceux auxquels M. Tresca était arrivé, au Mémoire de 1864, par des considérations en partie synthétiques, moins directes et moins faciles à suivre, ayant laissé dans l'esprit de quelques lecteurs des doutes que l'on doit maintenant regarder comme dissipés.

» Mais la même méthode analytique, dont les fondements sont puisés, disons-nous, aux deux Notes récentes de M. Tresca, a d'autres avantages qui la recommandent : c'est de fournir des conséquences plus nombreuses que celles de 1864; c'est aussi de permettre de changer à volonté la limite idéale et hypothétique entre la partie latérale, où les vitesses verticales décroissent de la surface au fond, et la partie centrale où elles croissent. On peut, au lieu d'un cylindre à arêtes verticales ayant l'orifice pour base, choisir une surface quelconque de révolution ayant pour axe celui du bloc, et pour section horizontale inférieure l'orifice même; et il n'est pas impossible que cette surface limite mutuelle des deux parties soit plus étroite ou plus large vers le haut, et qu'elle change continuellement pendant que le bloc diminue de hauteur lorsque le mouvement n'est point permanent.

» Nous remarquerons à cet égard qu'il y a trop peu de dessins, publiés jusqu'à ce jour, des résultats des intéressantes et très-nombreuses expériences de M. Tresca, pour qu'on puisse se faire une idée un peu exacte de ce qui se passe. Par discrétion, et ne sachant pas encore les facilités données aux auteurs par l'administration de l'Académie, il n'en a guère fait graver qu'un seul pour les expériences dont il a tenté de représenter analytiquement les résultats. Il est fortement à désirer qu'il publie également les autres, ou, tout au moins, un bon nombre de types, car les descriptions, les tableaux de mesures et certaines courbes représentatives ne sauraient y suppléer. Ce sera seulement alors que tout le monde pourra juger de la meilleure manière de disposer les formules pour qu'elles donnent bien la loi des écoulements.

» Il est non moins désirable que l'auteur exécute ou fasse connaître des expériences où l'écoulement ait été rendu permanent, comme on vient de dire; qu'il en fasse aussi d'autres où, au moyen de l'emploi d'une suite de blocs semblables, l'écoulement *varié* puisse être arrêté à diverses époques pour permettre de juger de l'état des plaques à des instants successifs.

» Il serait encore fortement à désirer que l'auteur, usant plus largement d'un procédé très-ingénieux employé par lui une seule fois (et dont il parle à l'article *Vérification des conséquences de la théorie*), composât ses rondelles de plomb avec des anneaux à section carrée, emboîtés les uns dans les autres de manière à avoir, dans deux sens rectangulaires, de nombreuses faces de joint équidistantes, les unes planes, les autres cylindriques. De cette manière les expériences pourraient lui fournir à la fois ce qu'il appelle les *transformées des plans horizontaux* et les *transformées des génératrices verticales*. Son habileté reconnue lui permettra de suppléer à cette courte indication, dont nous ne prétendons pas faire un programme.

» Aux figures reproduisant les résultats des expériences, c'est-à-dire les coupes méridiennes des blocs et de leurs jets, nous pensons aussi qu'il serait nécessaire de joindre en regard, et comme comparaison, des épures donnant les résultats des formules, dans la forme même où ceux des expériences sont naturellement fournis.

» Au résumé, votre Commission vous propose d'approuver spécialement la partie cinématique des deux Notes insérées par M. Tresca aux *Comptes rendus* de vos séances des 25 mai et 22 juin, de l'encourager à continuer les recherches qu'il a poursuivies jusqu'ici avec autant de persévérance que de talent, et de l'engager à faire connaître plus complétement, au moyen de reproductions graphiques suffisamment nombreuses, les résultats obtenus ou à obtenir, en les comparant d'une manière visible avec ceux des hypothèses générales et des formules par lesquelles il tente d'en exprimer et d'en résumer les lois. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉCANIQUE. — *Calcul du mouvement des divers points d'un bloc ductile, de forme cylindrique, pendant qu'il s'écoule sous une forte pression par un orifice circulaire; vues sur les moyens d'en rapprocher les résultats de ceux de l'expérience.* Note de **M. de Saint-Venant.**

« Pour représenter et expliquer analytiquement les résultats de ses expériences sur l'*écoulement* des blocs cylindriques en matière ductile, M. Tresca, dans son Mémoire du 7 novembre 1864, imprimé au tome XVIII des *Savants étrangers,* est parti du principe, suffisamment constaté, de la conservation de la densité de la matière, et par conséquent du volume de chacun de ses éléments; et, en partageant par la pensée le bloc en trois parties cylindriques : l'une, appelée *centrale,* ayant pour base l'orifice supposé horizontal et circulaire; l'autre, à base annulaire, nommée la partie *latérale ou exterieure;* la troisième constituant le *jet* ou ce qui est sorti, il suppose, comme étant assez d'accord avec quelques résultats de ses observations, que *toute ligne matérielle horizontale reste horizontale et toute ligne matérielle verticale reste verticale* tant qu'elle ne sort pas d'une des trois parties pour passer dans l'une des deux autres.

» De ces suppositions il déduit, toujours au Mémoire de 1864, par une suite de raisonnements mêlés de synthèse et d'analyse, et quelquefois détournés, des formules représentant une partie des circonstances du mouvement des molécules du bloc, et donnant tantôt leurs trajectoires, tantôt les lignes, ordinairement courbes, dans lesquelles se *transforment* les droites verticales ou horizontales matérielles quand leurs points passent d'une partie dans la suivante.

» Il m'a paru que ce sujet pouvait être traité d'une manière plus complète, plus claire et plus féconde si l'on généralisait et développait des considérations ingénieuses de cinématique

présentées par le même auteur dans ses deux communications du 25 mai et du 22 juin 1868, insérées à peu près *in extenso* aux *Comptes rendus,* et sur lesquelles un Rapport vient d'être lu à l'Académie. Ce développement avec généralisation, et son application, font le sujet de la présente Note.

» M. Tresca, pour envisager le cas le plus simple, suppose, dans les récents écrits dont nous parlons, que le bloc a la forme d'un parallélipipède rectangle et que sa matière s'écoule par un orifice aussi rectangulaire, de largeur moindre, mais de même longueur que lui. Il peut ainsi ne considérer que deux coordonnées : l'une, x, horizontale et dans la direction de la largeur de l'orifice et du bloc; l'autre, y, verticale et dans la direction de sa hauteur. Et, en appelant u, v les composantes de la vitesse d'une molécule suivant les directions x, y, il pose comme condition de l'invariabilité du volume des éléments l'équation dite *de continuité*

$$\frac{du}{dx}+\frac{dv}{dy}=0,$$

qu'il combine avec

$$\frac{dv}{dx}=0,\quad \frac{du}{dy}=0,$$

exprimant la conservation supposée 1° de l'horizontalité et 2° de la verticalité des lignes matérielles dans une même partie du bloc. Il obtient ainsi, en intégrant,

$$u=\mathrm{A}x+\mathrm{B},\quad v=-\mathrm{A}y+\mathrm{C},$$

A, B, C étant des quantités qui sont constantes lorsqu'il y a écoulement *permanent,* c'est-à-dire lorsqu'on entretient plein le vase contenant la matière ductile au moyen de l'introduction périodique de nouvelles plaques, mais qui dépend du temps lorsque l'écoulement est *varié* ou que le vase se vide.

» Ici je considérerai de suite un bloc cylindrique dont la coupe par un plan, comprenant son axe AG, est BCCBA, et qui s'écoule par l'orifice circulaire dont le diamètre est DGD. Soient, en s'occupant d'abord du mouvement varié :

R le rayon AB = GC du bloc;

R_1 le rayon GD de l'orifice;

H la hauteur primitive CB du bloc;

h sa hauteur Cb au bout du temps t, quand le piston est descendu, de $\mathrm{H}-h=\mathrm{B}b$, en bab;

x, y, au bout du temps t, le rayon vecteur ou la distance ms à l'axe central AG, et la distance mP = SA au plan supérieur *primitif,* d'un point m de l'une quelconque des trois parties du bloc;

x_0, y_0, h_0 les valeurs qu'avaient x, y et h après un temps t_0 moindre que t;

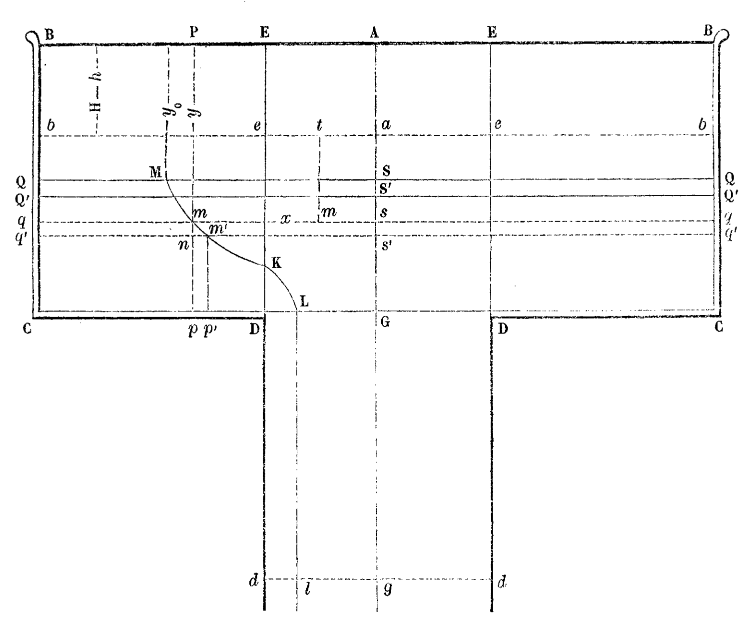
$u=\frac{dx}{dt}$, $v=\frac{dy}{dt}$ les composantes, suivant x et suivant y, de la vitesse du point m au bout du temps t;

V la vitesse supposée constante de la descente verticale du piston, en sorte qu'on a

$$(1)\qquad \mathrm{H}-h=\mathrm{V}t,\quad \mathrm{H}-h_0=\mathrm{V}t_0.$$

» Si les points du bloc étaient rapportés à des coordonnées rectangles x', y', z', dans les sens desquels leurs vitesses fussent u', v', w', on aurait pour condition de *continuité* ou d'invariabilité du volume et de la densité d'un élément quelconque

$$\frac{du'}{dx'} + \frac{dv'}{dy'} + \frac{dw'}{dz'} = 0;$$



et, en changeant les variables x', y', z' pour les coordonnées semi-polaires que nous venons de désigner par x, y, et auxquelles il n'est pas nécessaire de joindre un angle d'azimut, vu que tout est symétrique autour de l'axe AG du bloc, on trouvera facilement pour condition de permanence des volumes

$$(2) \qquad \frac{du}{dx} + \frac{u}{x} + \frac{dv}{dy} = 0;$$

égalité qu'il est facile de démontrer directement en cherchant, à la manière de M. Duhamel, le volume de matière qui entre dans un petit espace fixe et celui qui en sort pendant un instant dt. Si l'on prend en effet pour cet espace l'anneau compris entre deux cylindres de rayons x et $x + dx$, et deux plans aux distances y et $y + dy$ de la face supérieure, on verra qu'il y entre des volumes de matière :

Par le cylindre intérieur...... $2\pi x dy\, u dt$,
Par le plan à la distance y.... $2\pi x dx\, v dt$,

et qu'il en sort respectivement, par le cylindre extérieur et par le plan à la distance $y + dy$,

$$2\pi (x + dx)\, dy \left(u + \frac{du}{dx} dx\right) dt,$$
$$2\pi x\, dx \left(v + \frac{dv}{dy} dy\right) dt.$$

En égalant la somme des entrées à la somme des sorties, on a bien l'équation (2).

» Joignons à cette équation différentielle les deux suivantes :

(3) $$\frac{dv}{dx} = 0, \quad \frac{du}{dy} = 0,$$

exprimant l'hypothèse de conservation d'horizontalité et de verticalité que M. Tresca a cru pouvoir faire d'après une partie de ses observations, et qui est exacte tout au moins à la surface du bloc, ainsi qu'à la paroi et au fond du vase qui le contient, nous aurons :

» 1° En différentiant (2) par rapport à x, et effaçant, comme nul, ce qui vient de v,

$$\frac{d^2u}{dx^2} + \frac{1}{x}\frac{du}{dx} - \frac{u}{x^2} = 0,$$

d'où

(4) $$u = Ax + \frac{B}{x},$$

A et B étant des quantités qui ne doivent pas contenir y, puisque $\frac{du}{dy} = 0$, et qui sont ainsi deux constantes relatives à l'état présent du bloc, c'est-à-dire deux fonctions de t ou de h.

» 2° En différentiant (2) par rapport à y et effaçant les termes en u,

$$\frac{d^2v}{dy^2} = 0,$$

d'où

(5) $$v = -2Ay + C,$$

le coefficient donné à y étant nécessité par la condition (2), et C étant une troisième fonction encore inconnue du temps actuel t ou de la hauteur actuelle $h = H - Vt$ du bloc.

» Mais u, v doivent remplir, en outre, les *conditions-limites* suivantes :

» Espace cylindrique creux *latéral*, ou extérieur au cylindre central :

$v = V$ à la surface ou pour $y = Vt = H - h$,

$v = 0$ au fond ou pour $y = H$,

$u = 0$ à la paroi ou pour $x = R$.

» Espace cylindrique central :

$v = V$ pour $y = Vt = H - h$,

$u = 0$ pour $x = 0$ (vu la symétrie),

$v = V\frac{\pi R^2}{\pi R_1^2}$ pour $y = H$,

c'est-à-dire à l'orifice, par lequel il doit passer, à chaque instant, un volume égal à celui qui est envahi par le piston.

» Déterminant en conséquence A, B, C, on aura les quatre premières des expressions suivantes, dont les deux dernières, relatives au jet, expriment simplement que le mouvement a été reconnu s'y faire verticalement ou sans contraction horizontale appréciable, et

avec une vitesse sensiblement la même pour tous les points :

(6) Espace latéral : $u = -V\frac{R^2 - x^2}{2hx}$, $v = V\frac{H-y}{h}$;

(7) Cylindre central : $u = -V\frac{R^2 - R_1^2}{2R_1^2}\frac{x}{h}$, $v = V\frac{R^2}{R_1^2} - V\frac{R^2 - R_1^2}{R_1^2}\frac{H-y}{h}$;

(8) Jet : $u = 0$, $v = V\frac{R^2}{R_1^2}$.

» Maintenant si l'on y remplace

$$u,\ v,$$

par $\frac{dx}{dt}$, $\frac{dy}{dt}$, ou plutôt par

$$-V\frac{dx}{dh},\quad -V\frac{dy}{dh},$$

en prenant h au lieu de t pour variable indépendante, ce qui a l'avantage de ne point exiger qu'on attribue au piston un mouvement de descente continu et uniforme, l'on a six équations différentielles que l'on peut écrire

Espace latéral : $h\,d(R^2 - x^2) + (R^2 - x^2)\,dh = 0$, $h\,d(H-y) - (H-y)\,dh = 0$;

Espace central : $\frac{dx}{x} = \frac{R^2 - R_1^2}{2R_1^2}\frac{dh}{h}$, $\frac{d(y - H + h)}{y - H + h} + \frac{R^2 - R_1^2}{R_1^2}\frac{dh}{h} = 0$;

Jet : $\frac{dx}{dh} = 0$, $dy = -\frac{R^2}{R_1^2}\,dh$;

et qui, intégrées depuis $t = t_0$ ou $h = h_0$, donnent

(9) Espace latéral : $R^2 - x^2 = (R^2 - x_0^2)\frac{h_0}{h}$, $H - y = (H - y_0)\frac{h}{h_0}$;

(10) Espace central : $x^2 = x_0^2\left(\frac{h}{h_0}\right)^{\frac{R^2 - R_1^2}{R_1^2}}$, $y - H + h = (y_0 - H + h_0)\left(\frac{h_0}{h}\right)^{\frac{R^2 - R_1^2}{R_1^2}}$;

(11) Jet : $x = x_0$, $y = y_0 + \frac{R^2}{R_1^2}(h_0 - h)$.

» Les deux dernières de ces équations sont évidentes *à priori*. Et les quatre premières, ou celles (6) et (7) dont elles dérivent, peuvent être facilement démontrées d'une manière directe; car :

» 1° Il résulte, comme on le reconnaît facilement, de la conservation des volumes individuels d'éléments orthogonaux superposés et égaux, dont les faces non jointives sont astreintes à rester verticales, que les abaissements de leurs faces horizontales de superposition doivent varier linéairement avec leurs distances au fond, d'où il suit que dans l'espace latéral et dans l'espace central, où les vitesses de fond sont respectivement 0 et $V\frac{R^2}{R_1^2}$, l'on doit avoir

$$\frac{v}{V} = \frac{H-y}{h} \quad \text{et} \quad \frac{V\frac{R^2}{R_1^2} - v}{V\frac{R^2}{R_1^2} - V} = \frac{H-y}{h};$$

c'est-à-dire les secondes expressions (6) et (7) d'où se déduisent les secondes (11) et (12).

» 2° La conservation du volume du cylindre annulaire dont la coupe est le rectangle $mpCq$, ayant pour côté vertical $mp = \mathrm{H} - y$, et pour côté horizontal $mq = \mathrm{R} - x$, exige que l'on ait dans l'espace latéral

$$(\mathrm{R}^2 - x)(\mathrm{H} - y) = \text{const.}; \tag{12}$$

et celle du volume du cylindre faisant partie de l'espace central, et qui a pour rayon la coordonnée $ms = x$ d'un autre point, et pour hauteur sa distance $mt = y - (\mathrm{H} - h)$ à la surface abaissée du bloc, exige qu'on ait

$$x^2(y - \mathrm{H} + h) = \text{const.} \tag{13}$$

Or ces deux équations (12) et (13), combinées avec les secondes (9), (10) demontrées, donnent les premières (9), (10).

» Les équations ou expressions (9), (10), (11) sont donc établies de plusieurs manières, comme conséquences certaines des hypothèses dont on est parti.

» Elles donnent de suite les positions occupées successivement par un même point dans chacune des trois parties du bloc s'il s'y trouvait déjà, et s'il n'en est pas sorti.

» Et elles peuvent fournir, en les combinant ensemble, les positions de ce point après qu'il a passé d'une partie dans l'autre, car :

» Si le point (x_0, y_0) se trouvait dans l'espace latéral, les expressions (9) donnent d'abord, en y mettant R_1 à la place de x, pour l'instant de son passage dans l'espace cylindrique central dont R_1 est le rayon,

$$x = \mathrm{R}_1, \quad h = h_0 \frac{\mathrm{R}^2 - x_0^2}{\mathrm{R}^2 - \mathrm{R}_1^2}, \quad y = \mathrm{H} - (\mathrm{H} - y_0)\frac{\mathrm{R}^2 - x_0^2}{\mathrm{R}^2 - \mathrm{R}_1^2}.$$

Prenons cet instant ou cet état de choses *pour initial* dans le mouvement à l'intérieur de l'espace central, c'est-à-dire mettons les valeurs de x, h, y, ainsi déterminées, à la place de x_0, h_0, y_0 dans les expressions (10) relatives à cet espace, nous avons

(14) Coordonnées x, y d'un point de l'espace central, si x_0, y_0 étaient précédemment ses coordonnées dans l'espace latéral :

$$x^2 = \mathrm{R}_1^2\left(\frac{h}{h_0}\frac{\mathrm{R}^2 - \mathrm{R}_1^2}{\mathrm{R}^2 - x_0^2}\right)^{\frac{\mathrm{R}^2 - \mathrm{R}_1^2}{\mathrm{R}_1^2}}, \quad y - \mathrm{H} + h = (y_0 - \mathrm{H} + h_0)\left(\frac{h_0}{h}\right)^{\frac{\mathrm{R}^2 - \mathrm{R}_1^2}{\mathrm{R}_1^2}}\left(\frac{\mathrm{R}^2 - x_0^2}{\mathrm{R}^2 - \mathrm{R}_1^2}\right)^{\frac{\mathrm{R}^2}{\mathrm{R}_1^2}}.$$

» On obtiendra de la même manière, en faisant d'abord, dans les expressions (10), $y = \mathrm{H}$, coordonnée verticale de l'orifice, dont le plan est la surface de séparation de la seconde et de la troisième partie du bloc, et en tirant les valeurs de x et de h, pour les mettre, ainsi que H, à la place de x_0, h_0 et y_0 dans celles (11) relatives au jet,

(15) Point (x, y) du jet, s'il était (x_0, y_0) lorsqu'il se trouvait dans l'espace central :

$$x^2 = x_0^2\left(\frac{y_0 - \mathrm{H} + h_0}{h_0}\right)^{\frac{\mathrm{R}^2 - \mathrm{R}_1^2}{\mathrm{R}^2}}, \quad y = \mathrm{H} + \frac{\mathrm{R}^2}{\mathrm{R}_1^2}\left[-h + h_0\left(\frac{y_0 - \mathrm{H} + h_0}{h_0}\right)^{\frac{\mathrm{R}_1^2}{\mathrm{R}^2}}\right].$$

» Et en faisant un calcul semblable avec les expressions (14) au lieu des expressions (10),

on trouvera

$$(16)\quad \begin{cases} \text{Point } (x,\ y) \text{ du jet, s'il était } (x_0, y_0) \text{ dans l'espace latéral :} \\ x^2 = R_1^2 \left(\dfrac{y_0 - H + h_0}{h_0}\right)^{\frac{R^2 - R_1^2}{R^2}}, \\ y^2 = H + \dfrac{R^2}{R_1^2}\left[- h + h_0 \dfrac{R^2 - x_0^2}{R^2 - R_1^2}\left(\dfrac{y_0 - H + h_0}{h_0}\right)^{\frac{R_1^2}{R^2}}\right]. \end{cases}$$

» Les divers systèmes (9), (10), (11), (14), (15), (16) des expressions des coordonnées x et y d'un point, à l'instant ou à l'état d'avancement de l'écoulement marqué par la hauteur réduite h du bloc, si x_0 et y_0 étaient précédemment ses coordonnées pour l'instant ou l'état marqué par h_0, fourniront toutes les circonstances du mouvement de ce point particulier quelconque. Ainsi :

» 1° Si l'on veut avoir en x et y l'*équation de la trajectoire* qu'il parcourt, l'on n'a qu'à éliminer le temps, c'est-à-dire h, entre les deux expressions appartenant à un même système ;

» 2° Si l'on veut avoir, pour une époque ou pour un état marqué par h, ce que M. Tresca appelle la *transformée* d'une verticale $x = x_0$, l'on n'a qu'à éliminer la coordonnée verticale y_0 entre les deux équations d'un même de ces six systèmes ;

» 3° Si l'on veut avoir la transformée d'une horizontale $y = y_0$, l'on n'a qu'à éliminer x_0.

» On aura ainsi en x et y, avec h et x_0 ou y_0 comme paramètres, l'équation de l'une ou de l'autre transformée, qui sera aussi la ligne méridienne d'une surface de révolution ayant pour axe celui du bloc, et dont les points matériels se trouvaient précédemment, ou sur le cylindre de rayon x_0, ou sur le plan $y = y_0$.

» L'on n'a pas besoin de dire que les éliminations sont en partie déjà faites dans les systèmes (11), (15) et (16) relatifs au jet.

» On obtient de cette manière

$$(17)\quad \begin{cases} \text{Trajectoire d'un point de l'espace latéral,} \\ \text{s'il reste dans cet espace :} \\ (R^2 - x^2)(H - y) = (R^2 - x_0^2)(H - y_0), \end{cases}$$

équation qu'on a en multipliant l'une par l'autre ces deux expressions (9), ce qui fait disparaître h, et qui a déjà été donnée sous le n° (12). Elle représente une sorte d'hyperbole du troisième degré ayant pour asymptotes les droites rectangulaires CD, CB, sections du fond et de la paroi du vase cylindrique contenant le bloc.

$$(18)\quad \begin{cases} \text{Trajectoire d'un point de l'espace central, resté} \\ \text{dans cet espace :} \\ H - y = h_0 \left(\dfrac{x}{x_0}\right)^{\frac{2R_1^2}{R^2 - R_1^2}} - (y_0 - H + h_0)\left(\dfrac{x_0}{x}\right)^2. \end{cases}$$

Trajectoire, dans l'espace central, d'un point dont les coordonnées étant x_0, y_0 dans l'espace latéral :

(19)
$$\mathrm{H} - y = \frac{\mathrm{R}^2 - x_0^2}{\mathrm{R}^2 - \mathrm{R}_1^2}\left[h_0\left(\frac{x}{\mathrm{R}_1}\right)^{\frac{2\mathrm{R}_1^2}{\mathrm{R}^2-\mathrm{R}_1^2}} - (y_0 - \mathrm{H} + h_0)\left(\frac{\mathrm{R}_1}{x}\right)^2\right].$$

(19 *bis*) Trajectoires dans le jet :

$x =$ les valeurs données par la première expression (11), ou (15), ou (16), selon que le point (x_0, y_0) était dans le jet, ou dans l'espace central, ou dans l'espace latéral.

Transformées, fournies respectivement par les systèmes (14), (15), (16).

Transformées, dans l'espace central, d'une verticale $x = x_0$ et d'une horizontale $y = y_0$ de l'espace latéral :

(20)
$$x = \mathrm{R}_1\left(\frac{h}{h_0}\,\frac{\mathrm{R}^2 - \mathrm{R}_1^2}{\mathrm{R}^2 - x_0^2}\right)^{\frac{\mathrm{R}^2-\mathrm{R}_1^2}{2\mathrm{R}_1^2}},$$

(21)
$$\left(\frac{x}{\mathrm{R}_1}\right)^{\frac{2\mathrm{R}^2}{\mathrm{R}^2-\mathrm{R}_1^2}}\frac{y - \mathrm{H} + h}{y_0 - \mathrm{H} + h_0} = \frac{h}{h_0}.$$

La droite (20), transformée de $x = x_0$, est aussi verticale et s'approche d'autant plus de l'axe $x = 0$ que h devient plus petit ou que l'écoulement est plus avancé.

» La courbe (21), transformée de $y = y_0$, est une hyperbole du degré $\frac{2\mathrm{R}^2}{\mathrm{R}^2-\mathrm{R}_1^2} + 1$, dont les asymptotes sont l'axe central $x = 0$ et la ligne $y = \mathrm{H} - h$ du niveau actuel de la face supérieure abaissée du bloc.

Transformées, dans le jet, d'une verticale $x = x_0$ et horizontale $y = y_0$ de l'espace central :

(22)
$$x = x_0\left(\frac{h}{h_0} + \frac{\mathrm{R}_1^2}{\mathrm{R}^2}\,\frac{y - \mathrm{H}}{h_0}\right)^{\frac{\mathrm{R}^2-\mathrm{R}_1^2}{2\mathrm{R}_1^2}}$$
$$\text{ou } y = \mathrm{H} + \frac{\mathrm{R}^2}{\mathrm{R}_1^2}\left[-h + h_0\left(\frac{x}{x_0}\right)^{\frac{2\mathrm{R}_1^2}{\mathrm{R}^2-\mathrm{R}_1^2}}\right],$$

(23)
$$y = \mathrm{H} + \frac{\mathrm{R}^2}{\mathrm{R}_1^2}\left[-h + h_0\left(\frac{y_0 - \mathrm{H} + h_0}{h_0}\right)^{\frac{\mathrm{R}_1^2}{\mathrm{R}^2}}\right].$$

» La courbe (22) est une parabole du degré $\frac{\mathrm{R}^2-\mathrm{R}_1^2}{2\mathrm{R}_1^2}$ ayant pour axe l'axe du bloc et pour sommet le point $y = \mathrm{H} + \frac{\mathrm{R}^2}{\mathrm{R}_1^2}h$ de cet axe.

Transformées, dans le jet, d'une verticale $x = x_0$ et d'une horizontale $y = y_0$ de l'espace latéral :

$$(24)\quad \begin{cases} x = R_1 \left[\dfrac{R^2 - R_1^2}{R^2 - x_0^2} \left(\dfrac{h}{h_0} + \dfrac{R_1^2}{R^2} \dfrac{y - H}{h_0} \right) \right]^{\frac{R^2 - R_1^2}{2R_1^2}} \\ \text{ou } y = H + \dfrac{R^2}{R_1^2} \left[-h + h_0 \dfrac{R^2 - x_0^2}{R^2 - R_1^2} \left(\dfrac{x}{R_1} \right)^{\frac{2R_2^1}{R^2 - R_1^2}} \right], \end{cases}$$

$$(25)\quad y = H + \frac{R^2}{R_1^2} \left[-h + h_0 \frac{R^2 - x_0^2}{R^2 - R_1^2} \left(\frac{y_0 - H + h_0}{h_0} \right)^{\frac{R_1^2}{R^2}} \right].$$

» La transformée du cylindre $x = x_0$ est, comme on voit, une surface de révolution ayant encore pour méridienne une parabole de degré $\frac{R^2 - R_1^2}{2R_1^2}$, c'est-à-dire du quatrième degré si l'on a $R = 3R_1$, comme dans la figure ci-dessus.

» En faisant, dans une partie de ces formules,

$$h = 0, \quad h_0 = H,$$

elles se simplifient, et on les rend relatives à l'instant où le bloc est entièrement écoulé, ainsi qu'à la supposition que les coordonnées primitives x_0, y_0 d'un point ou d'une droite matérielle étaient relatives à l'instant $t = 0$, $h = H$ du commencement de l'écoulement.

» Comparons-en les résultats, ainsi particularisés, avec ceux qui ont été donnés par M. Tresca dans son Mémoire de 1864, au moyen de la synonymie suivante :

Notations ci-dessus.	Notations de 1864.
x_0	B.
y_0	A.
x	b dans l'espace latéral. b_1 à la limite avec l'espace central. r dans l'espace central. x' dans le jet.
y	$H - h + a$ dans l'espace latéral. $H - h + a_1$ à la limite avec l'espace central. $H + \frac{R^2}{R_1^2} H - y$ dans le jet.

» L'expression (23), en faisant, comme nous disons, $h = 0$, $h_0 = H$, se réduit à

$$y = H + \frac{HR^2}{R_1^2} \left(\frac{y_0}{H} \right)^{\frac{R_1^2}{R^2}}.$$

En la retranchant de l'ordonnée $H + \frac{HR^2}{R_1^2}$ de l'extrémité du jet, qui contient alors toute la

matière du bloc, on a

$$\frac{HR^2}{R_1^2}\left[1-\left(\frac{y_0}{H}\right)^{\frac{R^2}{R_1^2}}\right].$$

» C'est précisément l'expression [8] du Mémoire de 1864, trouvée alors par un calcul de volume, pour la distance finale, à l'extrémité du jet, de la couche formée des mêmes molécules que celles qui étaient primitivement à la distance y_0 de la surface supérieure dans l'espace central; en sorte que l'expression (23) fournit de suite *les distances dans le jet*, et à toute époque, des couches qui étaient, par exemple, équidistantes à une autre époque.

» L'expression (16) ci-dessus, toujours avec $h_0 = H$, donne

$$x = R_1\left(\frac{y_0}{H}\right)^{\frac{R^2-R_1^2}{2R_1^2}},$$

identique avec celle [9] donnée en 1864 pour *le rayon de la face inférieure de chaque jet*, et déduite d'un calcul de volume d'une portion de surface de révolution, calcul qui, comme on voit, n'est point nécessaire.

» La première formule (24) donne

$$y = H + \frac{HR^2}{R_1^2}\,\frac{R^2-x_0^2}{R^2-R_1^2}\left(\frac{x}{R_1}\right)^{\frac{2R_1^2}{R^2-R_1^2}}.$$

C'est, en mettant $H + \frac{HR^2}{R_1^2} - y$ pour y, et B pour x_0, la formule [10] de 1864.

» La première formule (22) ci-dessus,

$$y = H + \frac{HR^2}{R_1^2}\left(\frac{x}{x_0}\right)^{\frac{2R_1^2}{R^2-R_1^2}},$$

reproduit de même celle [12] de 1864 pour la transformée finale d'une *génératrice*, c'est-à-dire d'une verticale quelconque.

» De même il est facile de réduire à nos expressions

(9), (14), (14), (15), (16)

celles

[14], [15], [16], [17], [18]

du Mémoire de 1864, dont les formules analytiques se trouvent ainsi confirmées en tant que conséquences des hypothèses fondamentales, par cette manière plus régulière et plus générale d'y arriver.

» Considérons maintenant le cas de l'ÉCOULEMENT PERMANENT ou hors d'un vase entretenu plein de matière au moyen de l'introduction périodique de nouvelles plaques sous le piston qui s'enfonce.

» On aura alors, pour *condition à la surface*, dans la partie centrale comme dans la partie latérale,

$$v = V \quad \text{pour} \quad y = 0$$

$$(\text{au lieu de } v = V \text{ pour } y = Vt = H - h),$$

ce qui donne, au lieu de (6), (7), (8),

(6′) Espace latéral : $u = -V\dfrac{R^2 - x^2}{2Hx}$, $v = V\dfrac{H-y}{H}$;

(7′) Espace central : $u = -V\dfrac{R^2 - R_1^2}{2R_1^2}\dfrac{x}{H}$, $v = V + V\dfrac{R^2 - R_1^2}{R_1^2}\dfrac{y}{H}$;

(8′) Jet : $u = 0$, $v = V\dfrac{R^2}{R_1^2}$;

d'où, au lieu de (9), (10), (11),

(9′) Espace latéral : $R^2 - x^2 = (R^2 - x_0^2)\,e^{V\frac{t-t_0}{H}}$, $H - y = (H - y_0)\,e^{-V\frac{t-t_0}{H}}$;

(10′) Espace central : $x^2 = x_0^2\,e^{-\frac{R^2-R_1^2}{R_1^2}V\frac{t-t_0}{H}}$, $y + \dfrac{HR_1^2}{R^2 - R_1^2} = \left(y_0 + \dfrac{HR_1^2}{R^2 - R_1^2}\right)e^{\frac{R^2-R_1^2}{R_1^2}V\frac{t-t_0}{H}}$;

(11′) Jet : $x = x_0$, $y = y_0 + \dfrac{R^2}{R_1^2}V(t - t_0)$;

et, au lieu de (14), (15), (16),

(14′) Coordonnées x, y d'un point de l'espace central, si x_0, y_0 étaient précédemment ses coordonnées dans l'espace latéral :

$$x^2 = R_1^2\left(\frac{R^2 - R_1^2}{R^2 - x_0^2}\,e^{-V\frac{t-t_0}{H}}\right)^{\frac{R^2-R_1^2}{R_1^2}},$$

$$y + \frac{HR_1^2}{R^2 - R_1^2} = \frac{HR^2 - (H - y_0)(R^2 - x_0^2)}{R^2 - R_1^2}\left(\frac{R^2 - x_0^2}{R^2 - R_1^2}\,e^{V\frac{t-t_0}{H}}\right)^{\frac{R^2-R_1^2}{R_1^2}};$$

(15′) Coordonnées x, y d'un point du jet, x_0, y_0 ayant été ses coordonnées dans l'espace central :

$$x^2 = x_0^2\left(\frac{R_1^2}{R^2} + \frac{R^2 - R_1^2}{R^2}\frac{y_0}{H}\right),$$

$$y = H + V\frac{R^2}{R_1^2}\left[t - t_0 + \frac{R_1^2}{R^2 - R_1^2}\frac{H}{V}\log\left(\frac{R_1^2}{R^2} + \frac{R^2 - R_1^2}{R^2}\frac{y_0}{H}\right)\right];$$

(16′) Coordonnées x, y d'un point du jet, x_0, y_0 ayant été ses coordonnées dans l'espace latéral à l'instant $t = t_0$:

$$x^2 = R_1^2\left(1 - \frac{R^2 - x_0^2}{R^2}\frac{H - y_0}{H}\right),$$

$$y = H + V\frac{R^2}{R_1^2}\left[t - t_0 + \frac{H}{V}\log\frac{R^2 - x_0^2}{R^2 - R_1^2} + \frac{R_1^2}{R^2 - R_1^2}\frac{H}{V}\log\left(1 - \frac{R^2 - x_0^2}{R^2}\frac{H - y_0}{H}\right)\right].$$

Trajectoires [comme (17) et au lieu de (18), (19)]

(17′) D'un point de l'espace latéral resté dans cet espace :

$$(R^2 - x^2)(H - y) = (R^2 - x_0^2)(H - y_0);$$

(18′) D'un point de l'espace central resté dans cet espace :

$$x^2\left(y+\frac{HR_1^2}{R^2-R_1^2}\right)=R_1^2\left(y_0+\frac{HR_1^2}{R^2-R_1^2}\right);$$

(19′) Dans l'espace central, d'un point qui était (x_0, y_0) dans l'espace latéral :

$$x^2\left(y+\frac{HR_1^2}{R^2-R_1^2}\right)=R_1^2\left(y_1+\frac{HR_1^2}{R^2-R_1^2}\right),\quad \text{si}\quad y_1=H-\frac{(R^2-x_0^2)(H-y_0)}{R^2-R_1^2};$$

(19′ *bis*) Dans le jet : $x=$ constantes tirées des premières (11′), (15′), (16′).

» Les équations (18′), (19′) représentent des hyperboles du troisième degré ayant une asymptote horizontale $y=-\frac{HR^2}{R^2-R_1^2}$ et une asymptote verticale $x=0$.

» Enfin, au lieu de (20) et (21), (22) et (23), (24) et (25),

Transformées, dans l'espace central, d'une verticale $x=x_0$ et d'une horizontale $y=y_0$ de l'espace latéral :

$$(20')\quad x=R_1\left(\frac{R^2-R_1^2}{R^2-x_0^2}e^{-V\frac{t-t_0}{H}}\right)^{\frac{R^2-R_1^2}{2R_1^2}},$$

$$(21')\quad y+\frac{HR_1^2}{R^2-R_1^2}=\frac{HR^2}{R^2-R_1^2}\left(\frac{R_1}{x}\right)^2-(H-y_0)\left(\frac{R_1}{x}\right)^{\frac{2R^2}{R^2-R_1^2}}e^{V\frac{t-t_0}{H}};$$

Transformées, dans le jet, d'une verticale $x=x_0$ et d'une horizontale $y=y_0$ de l'espace central :

$$(22')\quad \begin{cases} x=x_0\,e^{\frac{R^2-R_1^2}{2R^2}\cdot\frac{y-H-V\frac{R^2}{R_1^2}(t-t_0)}{H}} \\ \text{ou } y=H+V\frac{R^2}{R_1^2}(t-t_0)+\frac{2R^2H}{R^2-R_1^2}\log\frac{x}{x_0}, \end{cases}$$

$$(23')\quad y=H+V\frac{R^2}{R_1^2}\left[t-t_0+\frac{R_1^2}{R^2-R_1^2}\frac{H}{V}\log\left(\frac{R_1^2}{R^2}+\frac{R^2-R_1^2}{R^2}\frac{y_0}{H}\right)\right];$$

Transformées, dans le jet, d'une verticale $x=x_0$ et d'une horizontale $y=y_0$ de l'espace latéral :

$$(24')\quad y=H+V\frac{R^2}{R_1^2}\left[t-t_0+\frac{H}{V}\log\frac{R^2-x_0^2}{R^2-R_1^2}+\frac{2R_1^2}{R^2-R_1^2}\frac{H}{V}\log\frac{x}{R_1}\right],$$

$$(25')\quad y=H+V\frac{R^2}{R_1^2}\left[t-t_0+\frac{H}{V}\log\frac{HR^2(R_1^2-x^2)}{R_1^2(R^2-R_1^2)(H-y_0)}+\frac{2R_1^2}{R^2-R_1^2}\frac{H}{V}\log\frac{x}{R_1}\right].$$

» Les transformées expérimentales des lignes horizontales ne sont autre chose, dans les blocs sciés suivant un plan méridien après un écoulement, que les courbes formées par les joints des plaques superposées primitivement planes. Les transformées expérimentales des verticales peuvent être également obtenues en composant les blocs avec des cylindres creux ou

annulaires qu'on emboîterait à frottement doux les uns dans les autres, comme a fait ingénieusement M. Tresca dans une expérience de vérification de la théorie. Les transformées des deux espèces peuvent être obtenues à la fois dans les mêmes échantillons, si l'on compose les plaques avec des anneaux concentriques à section carrée et de même épaisseur horizontale, comme il a été dit au Rapport en date de ce jour.

» Quant aux transformées théoriques, représentées par les équations (20) à (25) dans l'écoulement *varié* ou hors du vase qui se vide, et par les équations (20′) à (25′) dans l'écoulement *permanent* ou hors du vase entretenu plein par des additions de plaques, elles sont toutes faciles à construire par points, pour diverses époques définies par la hauteur variable h du bloc dans l'écoulement varié, et, dans l'écoulement permanent, par l'épaisseur totale

$$Vt$$

des plaques ajoutées successivement en haut sous le piston, ou encore par la longueur du jet qui est

$$Vt\frac{R^2}{R_1^2}.$$

La détermination des grandeurs de leurs ordonnées, pour une suite de grandeurs données des abscisses, peut être faite par tableaux et confiée à des calculateurs.

» En traçant ces transformées théoriques pour diverses époques de l'écoulement, et en les comparant à celles qui auront été fournies par les expériences, on aura le vrai critérium des hypothèses sur lesquelles la théorie ci-dessus se fonde. On verra si l'on peut les garder telles qu'elles ont été posées, ou s'il convient de les modifier.

» Ces hypothèses sont celle $\frac{du}{dy}=0$ de conservation de la verticalité des lignes, celle $\frac{dv}{dx}=0$ de leur horizontalité, enfin celle que la surface de séparation entre la partie latérale, où les vitesses v entre la surface et le fond décroissent de V à zéro, et la partie centrale où elles croissent de V à $v\frac{R^2}{R_1^2}$, *est une surface cylindrique* ayant l'orifice pour base.

» A l'égard des deux premières (3) $\frac{du}{dy}=0$, $\frac{dv}{dx}=0$, dont l'admission revient à adopter les expressions (4) $u=Ax+\frac{B}{x}$, (5) $v=-2Ax+C$, auxquelles elles conduisent quand on les combine avec l'équation de continuité (2), on pourrait les remplacer par l'adoption d'autres expressions que (4) et (5) pour u et v en fonction de x et de y, pourvu qu'elles satisfassent à (2) $\frac{du}{dx}+\frac{u}{x}+\frac{dv}{dy}=0$, et puissent aussi satisfaire aux conditions à la surface, aux parois et au fond.

» Mais la troisième hypothèse, relative à la forme de la surface de séparation des deux parties centrale et latérale, est bien plus facile à modifier, et c'est là-dessus qu'il conviendra de faire porter les premiers essais, s'il y a lieu de s'y livrer. On peut choisir pour cette séparation, au lieu du cylindre, toute surface de révolution autour de l'axe central, pourvu qu'elle s'appuie toujours sur le bord de l'orifice. On peut la rétrécir vers le haut, ou bien l'évaser de manière à la rendre analogue à la *cataracte* imaginée par Newton. Et l'on peut même, dans le mouvement *varié* du bloc qui s'épuise, rendre variable la surface en

question, ou la faire dépendre de la hauteur décroissante h de ce bloc. Il n'en résulte aucun changement dans les intégrations qui ont conduit aux expressions (9), (10), (11), ou (9'), (10'), (11'), toujours subsistantes comme quand la séparation est cylindrique et fixe. Ce qui est à changer quand on fait ainsi l'essai d'une autre surface de séparation, ce sont les expressions (14), (15), (16) ou (14'), (15'), (16') des coordonnées d'un point dans les deux dernières parties, en fonction de celles qu'il a possédées précédemment dans une autre; et les expressions à leur substituer s'obtiendront sans aucune difficulté, en dégageant d'abord l'époque et le lieu du passage d'une partie dans l'autre, comme nous avons fait par un calcul avant d'établir les formules (14) et comme on pourrait aussi le faire graphiquement sur des épures à grande échelle.

» Par de pareils tâtonnements, si les comparaisons dont on vient de parler en font reconnaître la nécessité, il faut espérer qu'on arrivera à des représentations suffisamment exactes de la loi des écoulements des blocs solides, que M. Tresca continue d'élucider avec tant d'habileté et de zèle. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Étude sur la condensation dans les machines à vapeur.* Note de **M. Cousté**, présentée par M. Daubrée.

(Commissaires : MM. Delaunay, Dupuy de Lôme, Cahours.)

« Une importante question se pose depuis longtemps à la sagacité des ingénieurs dans les pays où la navigation à vapeur a pris quelque développement : L'*emploi de la vapeur à pression élevée dans les machines marines*. Le plus grand obstacle qu'on ait rencontré dans cette application consiste dans l'incrustation des générateurs produite par l'eau de mer. En Angleterre, on a essayé de résoudre le problème par l'adoption du *condenseur à surface*, qui permet d'alimenter avec de l'eau dépourvue de matières incrustantes. Cet appareil ne pouvait réussir qu'à la condition de présenter au contact de la vapeur de très-grandes superficies condensantes. De là, des difficultés pratiques qui ont fait échouer les tentatives de Watt, de Hall, de Cavé, de Bourdon, d'Érickson, et tant d'autres. Dans ces dernières années, on a trouvé moyen de donner au condenseur à surface des superficies de plus de 1 mètre carré par force de cheval, et l'on a obtenu ainsi quelques bons résultats. Mais, fondée sur un principe rétrograde, eu égard au principe simple et rationnel de la condensation directe, dans laquelle l'eau agit sur la vapeur par contact immédiat, cette solution ne saurait être le dernier mot dans une question où il s'agit de placer, quant à l'utilisation de la force motrice, la navigation maritime sur le même pied que la navigation

fluviale et l'industrie, qui se servent, presque exclusivement aujourd'hui, de moteurs à moyenne ou à haute pression avec condenseur à injection. Il ne paraîtra donc pas inutile de fouiller encore ce champ de recherches, et le moment ne saurait être plus opportun que celui où le Génie maritime français semble prêt à entrer dans la voie ouverte par nos voisins.

» Dans le Mémoire que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie, je me suis proposé de démontrer la supériorité du principe de la *condensation par injection* sur celui de la *condensation par surface;* de prouver que le condenseur à surface est sujet à des perturbations qui diminuent et peuvent même annuler les avantages de la pression élevée, et que ces avantages ne sont sûrement et pleinement réalisables qu'à l'aide du condenseur à injection; et enfin, d'offrir aux ingénieurs une solution du problème dont il s'agit, fondée sur l'emploi de ce dernier appareil.

» Pour marcher vers ce but avec quelque chance de succès, il fallait se guider d'après l'analyse physico-mathématique du phénomène de la condensation. Or, cette analyse n'ayant pas encore été faite, que je sache, j'ai dû l'établir, et je crois avoir comblé ainsi une lacune regrettable dans la théorie des machines à vapeur.

» Les formules auxquelles j'ai été conduit expriment le travail résistant du condenseur en général, et font ressortir distinctement deux parties afférentes, l'une à la *contre-pression normale*, et l'autre *au retard de la condensation*.

» La discussion de ces formules m'a mis sur la voie d'importantes améliorations dont le condenseur à injection actuel est susceptible.

» Ainsi, elles indiquent que la partie de travail due au retard est en raison inverse : 1° *de la superficie du jet* de l'eau injectée, condition qui a été généralement considérée comme à peu près indifférente, car nulle part on ne voit des dispositions particulières pour diviser l'eau; 2° *d'un facteur* $1+\nu$, dans lequel ν exprime le rapport de la capacité vide du condenseur à celle du cylindre; ce qui prouve, contrairement aux idées reçues, qu'il y a intérêt à augmenter le plus possible la capacité du condenseur; 3° *de la durée du coup de piston,* élément dont on peut disposer dans certaines limites, soit lorsqu'on règle le régime d'un moteur déjà établi, soit quand on projette la construction d'une machine.

» D'un autre côté, je prouve qu'il n'existe pas de maximum pour le taux d'injection, c'est-à-dire qu'il n'est pas de *taux auquel correspondrait une contre-pression normale minima;* et ce résultat du calcul contredit l'opinion généralement admise que, pour *une eau condensante donnée, il n'est pas*

possible d'améliorer le vide en augmentant l'eau introduite, au delà d'un certain taux, indiqué par l'expérience. En fait, et pratiquement, ce vide n'est limité que par le poids des soupapes de la pompe à eau et à air, et l'on peut condenser utilement à une température aussi voisine de celle de l'eau injectée, qu'il convient de le faire dans chaque cas (eu égard notamment au disponible d'eau), *pourvu qu'on opère le mélange intime de cette eau avec la vapeur.* Or j'indique les moyens d'effectuer ce mélange intime.

» En modifiant ces divers éléments dans des limites pratiques, je parviens à réduire le travail du condenseur à injection au quart environ de ce qu'il est actuellement; et, dans le cas où l'on maintiendrait la contre-pression normale à 6 ou 7 centimètres de mercure, minimum de celle qu'on obtient aujourd'hui dans les meilleures machines, je fais voir qu'on peut économiser le tiers de l'eau injectée, ce qui permettra d'appliquer la condensation dans des cas où la rareté de l'eau s'y oppose.

» Passant au condenseur à surface, je montre que la paroi refroidissante est sujette à des incrustations qui ralentissent tellement la transmission du calorique, que la superficie *minima* étant 1 dans le cas de la paroi *décapée*, elle est 23 pour le cas d'une croûte de 1 millimètre sur les deux faces; que, si, l'incrustation augmentant, la superficie tombe au-dessous du minimum correspondant, le travail du condenseur croît très-vite avec l'épaisseur des croûtes; si, par exemple, l'augmentation de celles-ci est de $\frac{1}{10}$, le travail passe de 23 à 55. Et, si l'on compare entre eux deux moteurs identiques marchant, le premier à 2 atmosphères, et le second à 5 atmosphères, l'utilisation de la force se trouve dans le rapport de 1 à 4,91 dans le cas où ils auraient même condenseur à injection, et de 1 à 2,75 dans le cas où le premier ayant toujours son condenseur à injection, le second condenserait par surface inscrustée de $\frac{1}{10}$ au delà de l'épaisseur de croûte qui réduit la superficie de paroi à son minimum; un faible accroissement d'épaisseur suffirait pour ramener le rapport à l'unité, c'est-à-dire pour annuler entièrement les avantages de la haute pression.

» Il était utile, pour bien préciser l'influence des incrustations sur la conductibilité de la paroi refroidissante, d'examiner un fait d'expérience, qui semble d'abord paradoxal, mais qui est affirmé par beaucoup d'ingénieurs, et dont, au reste, Péclet propose une explication plausible : c'est que *le métal décapé conduit moins bien la chaleur que lorsqu'il est couvert d'une très-légère inscrustation.* Mes calculs confirment l'exactitude du fait, et avec des particularités qui cadrent parfaitement avec l'explication donnée par Péclet.

» De ce qui précède, j'ai cru pouvoir conclure que le condenseur à sur-

face est notablement inférieur au condenseur à injection, surtout eu égard aux améliorations dont celui-ci est susceptible; qu'il y a lieu en conséquence de revenir au principe de l'injection dans les applications de la pression élevée aux machines marines; et j'en trouve le moyen pratique dans le principe de la *condensation monhydrique,* qui consiste à injecter dans le condenseur de l'eau *toujours la même,* purgée préalablement de sels calcaires, et qu'on refroidirait chaque fois qu'elle aurait passé dans l'appareil, afin de la rendre apte à condenser de nouveau.

» Mon Mémoire se termine par la description du dispositif qui doit réaliser toutes les conditions essentielles de cette application. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Faits pour servir à l'histoire du phosphate de chaux.* Note de **MM. L. Dusart** et **E. Pelouze**, présentée par M. Dumas.

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

« Dans un travail intitulé : *Recherches sur l'assimilation du phosphate de chaux,* l'un de nous a démontré que, sous l'influence du suc gastrique et par l'action de l'acide lactique très-dilué, le phosphate de chaux subit une décomposition partielle en donnant un mélange de lactate et de phosphate acide de chaux.

» Il nous a paru intéressant d'étendre cette observation et d'étudier, en particulier, l'action de l'acide carbonique sur le phosphate de chaux, espérant par là jeter quelque jour sur le mode d'assimilation encore obscur du phosphate de chaux par les végétaux.

» En 1846, M. Dumas remarquait le premier que l'eau chargée d'acide carbonique est un dissolvant du phosphate de chaux; il observait qu'en plaçant dans des bouteilles d'eau de Seltz des lames d'ivoire, elles s'y ramollissaient comme dans l'acide chlorhydrique, tandis que l'eau de Seltz se chargeait de tout le phosphate calcaire, et il admettait que c'est sous cette forme que le phosphate de chaux pénètre dans la plante.

» Lassaigne confirma le même fait, mais il n'analysa pas le phénomène, et regarda la réaction comme une dissolution du sel par l'acide carbonique.

» Nous avons reconnu que cette action n'est pas si simple et que l'acide absorbé dans la réaction donne naissance à de nouveaux produits.

» Si l'on met, dans un vase de quelques litres, plein d'eau saturée d'acide carbonique, du phosphate de chaux gélatineux, on remarque qu'au bout de quelque temps l'acide carbonique a disparu en partie et que

le phosphate lui-même a notablement diminué. Le liquide transparent, obtenu par filtration, abandonne, par la chaleur, un précipité cristallin composé de phosphate et de carbonate de chaux.

» Le phosphate formé dans ces conditions n'est plus du sel tribasique, mais un phosphate bibasique, résultant de l'élimination d'un équivalent de base aux dépens du sel précédent.

» Pour le démontrer, nous prenons une quantité quelconque du précipité et nous l'exposons à l'action d'une chaleur modérée, de manière à éliminer toute l'eau que le sel contient, sans cependant décomposer le carbonate. Cette opération a pour but de transformer le phosphate bibasique en pyrophosphate. Cette élimination d'eau est du reste très-facile.

» Après refroidissement, nous dissolvons la substance dans l'acide chlorhydrique froid, puis nous la précipitons par l'ammoniaque caustique. Le précipité calciné pèse 0,51; il est remis en digestion avec l'acide chlorhydrique étendu d'eau, pendant plusieurs heures, additionné de chlorure de calcium et enfin précipité par l'ammoniaque caustique. Ce précipité calciné pèse 0,62; la différence 0,11 représente justement la quantité d'oxyde de calcium suffisante pour transformer le pyrophosphate en phosphate bibasique.

» L'attaque du phosphate tribasique par l'acide carbonique donne toujours un produit mélangé de carbonate de chaux. On l'obtient à un degré de pureté absolu de la manière suivante : on prend une dissolution de phosphate acide de chaux, $\frac{10}{100}$ environ, et on y ajoute peu à peu du carbonate de chaux précipité. Il se fait une effervescence, en même temps qu'il se dépose un corps blanc, cristallin. Si la proportion de carbonate de chaux est suffisante, la liqueur est presque complétement dépouillée de phosphate acide; il suffit alors de laver le produit avec une solution faible de phosphate acide, puis en dernier lieu par de l'eau distillée, pour amener le sel à un degré de pureté suffisant pour l'analyse. Ainsi préparé, le phosphate de chaux bibasique est un corps blanc, grenu, cristallin, légèrement soluble dans l'eau distillée (0,28 pour 1000), plus soluble dans l'eau chargée d'acide carbonique (0,66 pour 1000); il renferme 6 équivalents d'eau dont un de composition et a pour formule $PhO^5, 2CaO, HO, 5HO$. Il paraît différer de celui obtenu par double décomposition avec le phosphate de soude et le chlorure de calcium, qui contiendrait seulement 3 équivalents d'eau.

» Le phosphate de chaux bibasique prend donc naissance soit qu'on attaque le phosphate de chaux tribasique par l'acide carbonique, soit qu'on fasse réagir le phosphate acide de chaux sur le carbonate.

» La notion de ces faits nous permet de concevoir quel procédé la nature emploie pour présenter à la plante le phosphate qui doit concourir à former son squelette. C'est, en effet, sous forme soluble que le végétal absorbe les matières qui doivent servir à sa nutrition. Le phosphate de chaux ordinaire, complétement insoluble dans l'eau, doit donc subir une transformation préalable qui le rende soluble : c'est l'acide carbonique dissous dans l'eau qui accomplit cette première élaboration, réaction analogue à celle qui se passe chez les animaux dont l'estomac amène le phosphate à l'état soluble en le métamorphosant en phosphate acide et lactate de chaux.

» L'importance du rôle que nous attribuons au phosphate de chaux bibasique se trouve singulièrement confirmée par les faits de la pratique journalière. En effet, en Angleterre, depuis nombre d'années, l'agriculture emploie d'énormes quantités de superphosphate de chaux, et la France, instruite par son exemple, tend à substituer de plus en plus au phosphate ordinaire cette préparation dont l'action est des plus marquées. Or le superphosphate, qui n'est autre chose que le phosphate acide de chaux impur, une fois répandu sur le sol, attaque sous l'influence de l'humidité le carbonate de chaux et se transforme ainsi en phosphate bibasique. Comme il n'est pas possible d'admettre qu'une substance quelconque soit absorbée, en quantité utile, par les végétaux dès les premiers jours de son épandement sur les terres, si le superphosphate ne subissait pas cette transformation qui diminue sa trop grande solubilité, il serait certainement entraîné dans le sous-sol, aux premières grandes pluies, et l'agriculture n'en tirerait qu'incomplétement parti.

» D'un autre côté, la facilité avec laquelle on peut préparer industriellement le phosphate bibasique de chaux dans un grand état de pureté, nous fait croire qu'il est appelé à remplacer le phosphate ordinaire et même le superphosphate, toujours mélangés dans une large proportion à des produits qui n'exercent aucune action améliorante sur les végétaux et dont le transport, tout au moins, est mis inutilement à la charge du cultivateur. »

CHIMIE. — *Note sur la manière d'agir de l'éther au contact de l'iodure de potassium*; *par* **M. A. Houzeau**. (Extrait.)

(Renvoi à la Section de Chimie.)

« La contre-épreuve citée par M. Sauvage dans sa Note du 8 juin dernier, à l'appui de son opinion, consiste à agiter de l'éther avec une solution

d'iodure de potassium sans addition préalable d'acide sulfurique. Dans ce cas, l'éther reste incolore; il jaunit lorsqu'au mélange on ajoute de l'acide très-dilué. « Voilà, dit-il, la preuve que c'est bien l'acide sulfurique et non » l'éther qui décompose l'iodure, contrairement à ce que prétend une » fausse théorie. »

» Mais si, en agitant de l'éther impur avec la solution iodurée, M. Sauvage n'a pas obtenu de coloration par l'iode en l'absence de l'acide sulfurique, c'est que le peroxyde d'hydrogène de son éther ne saurait agir sur l'iodure en l'absence d'un acide, attendu qu'il a été déjà établi (1) que l'eau oxygénée neutre et l'iodure sont sans action l'un sur l'autre. Et ce qui prouve que, dans l'expérience actuelle, c'est bien l'impureté de l'éther qui intervient toujours, c'est qu'en la répétant avec un éther privé de peroxyde d'hydrogène et tout récemment préparé, les autres réactifs demeurant purs, on n'obtient pas de coloration avec ou sans addition d'acide.

» En conséquence, je maintiens comme un fait incontestable l'inaltérabilité d'un mélange d'iodure de potassium neutre et d'acide sulfurique pur, en dissolution étendue et dans les conditions indiquées dans mes travaux sur l'ozone et l'eau oxygénée. »

M. **Bertrand de Lom** adresse un complément à sa Note sur les formations éruptives du bassin de l'Allier et de la partie supérieure du bassin de la Loire.

« ... Pour démontrer l'origine éruptive des produits péridotiques, on peut citer :

» 1° L'existence en quantité considérable des produits péridotiques dans des roches volcaniques des plus anciens systèmes, tels que dans certains *pépérino*, pendant la formation desquels aucune action chimique n'a pu avoir lieu, puisque ces roches sont le résultat du brassement de l'action volcanique sur les matériaux empruntés par elle aux couches du sol de notre globe : conséquemment pas de formation de minéraux d'aucune sorte dans de telles circonstances.

» 2° La quantité bien plus grande encore de ces mêmes produits dans certaines coulées de basalte, où ils se présentent en masses considérables, comprimées et arrondies par le brassement de l'action volcanique, tandis que d'autres coulées de basalte, en contact avec les premières, en sont en quelque sorte privées.

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XIII.

» 3° Enfin, la quantité énorme qui est rejetée par certains volcans, sous forme de bombes ou larmes volcaniques, projectiles vitrifiés ou scorifiés dans toutes leurs parties, et parfois transformés en une sorte d'obsidienne opaque, de couleur noirâtre, laissant apercevoir seulement quelques grains d'enstatite et d'olivine.

» J'ajoute enfin que les serpentines de certains points du bassin de l'Allier, qui recèle d'ailleurs les produits péridotiques en quantité très-grande sont composées de *serpentines diallage, asbeste, spinelle*. Cette composition est tout à fait semblable à celle de quelques variétés de la nouvelle lherzolite, avec cette seule différence que l'asbeste tient ici lieu d'un des pyroxènes (du diopside) que nous avons signalés dans les autres produits, si toutefois la substance rouge fibreuse problématique signalée n'est pas une variété d'asbeste. Dans tous les cas, cette différence n'aurait aucune importance, puisque le *diopside*, par altération, donne naissance, comme l'on sait, à de l'asbeste. »

(Commissaires : MM. Delafosse, Daubrée, Ch. Sainte-Claire Deville.)

M. Huot appelle l'attention de l'Académie sur un Mémoire qui a été adressé par lui, le 3 juin 1867, « sur la division des angles ».

Ce Mémoire sera renvoyé à l'examen d'une Commission composée de MM. Serret, Bertrand, Bonnet.

M. Allégret adresse une « Note en réponse à diverses observations qui le concernent et qui ont été publiées dans le *Compte rendu* de la séance du 15 juin. »

Cette Note est renvoyée à l'examen de la Section de Géométrie.

M. H. de Villeneuve-Flayosc adresse une Note relative à la position des embouchures de la Gironde, du Pô et du Rhin aux sommets d'un triangle équilatéral, et sur les rapports de ce triangle avec le centre D du réseau pentagonal.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Galezowki adresse, pour le concours des prix de Médecine et de Chirurgie, une brochure ayant pour titre : « Du diagnostic des maladies des yeux par la chromatoscopie rétinienne, précédé d'une étude sur les lois physiques et physiologiques des couleurs », et joint à cet envoi une

indication manuscrite des points sur lesquels il désire attirer spécialement l'attention de la Commission.

Cet ouvrage est renvoyé à la Commission, qui jugera s'il doit être admis au concours de cette année, bien que le délai fixé pour l'envoi des pièces de ce concours soit expiré.

M. G. **Little** adresse un Mémoire, écrit en anglais, et relatif à la Télégraphie électrique.

(Commissaires : MM. Fizeau, Edm. Becquerel.)

M. **Pastorelly** adresse une Note concernant un remède contre le choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

CORRESPONDANCE.

M. **le Ministre de l'Instruction publique** autorise l'Académie à prélever, conformément à sa demande, sur les reliquats des fonds Montyon, la somme qui doit être mise à la disposition de *M. Becquerel*, pour lui donner les moyens de poursuivre les observations météorologiques entreprises dans cinq stations du département du Loiret.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la distribution des flux de chaleur et des conductibilités dans les milieux homogènes cristallisés.* Note de **M. P. Morin**, présentée par M. Serret.

« En cherchant, il y a plusieurs années, à discuter la construction donnée par M. Lamé pour tracer, dans un milieu homogène cristallisé, la direction du flux qui traverse un élément plan donné et la conductibilité correspondante, j'avais été conduit à quelques lois simples, que je me permets de soumettre à l'Académie, à cause de l'analogie que certaines d'entre elles offrent avec des résultats signalés dans une récente communication.

» Je suppose qu'en un point du milieu on fasse tourner un élément plan d'une manière continue, et qu'on se propose de suivre les variations qui se produisent, tant dans la direction du flux que dans la conductibilité. Il est clair que cette question, qui, au point de vue géométrique, n'est autre que l'étude des familles de cônes qu'on peut déduire les unes des autres par un certain mode de corrélation, a besoin d'être limitée ici à ce qu'elle a de

plus simple, et de plus propre à bien faire concevoir la constitution calorifique du milieu.

» 1° Admettons d'abord que l'élément tourne autour d'une droite D, alors son flux se meut dans un certain plan. Si, de plus, l'on conçoit un second milieu, ayant même ellipsoïde principal que le proposé, et des conductibilités tangentielles de même valeur, mais de signes différents, qu'on désigne le milieu proposé sous le nom de *positif* et celui-ci sous le nom de *négatif*, le plan dont il s'agit sera celui qui, considéré dans le milieu négatif, aurait son flux suivant la droite D.

» 2° A un même élément correspondent, dans les deux milieux, des flux différents en direction. Il existe toujours un élément π, et un seul, pour lequel ces directions se confondent en une seule Δ. Ce plan a pour équation

$$\lambda x + \mu y + \nu z = 0,$$

λ, μ, ν étant les conductibilités tangentielles principales du milieu donné. Il admet pour direction de son flux Δ son diamètre conjugué par rapport à l'ellipsoïde principal. Cette droite est la seule telle que les plans qui, dans les deux milieux, admettent des flux de même direction, se trouvent confondus en un seul. Appelons, pour simplifier Δ, π flux double et plan double, et nommons s l'ellipse que trace le plan double dans l'ellipsoïde principal.

» Les droites qui joignent deux à deux les points où les deux flux de tout élément passant par le flux double percent l'ellipsoïde principal, enveloppent, dans le plan double, une ellipse obtenue en raccourcissant les rayons de s dans le rapport $\sqrt{\frac{\alpha\beta\gamma}{\Delta}}$,

$$\Delta = \alpha\beta\gamma + \alpha\lambda^2 + \beta\mu^2 + \gamma\nu^2,$$

α, β, γ étant les conductibilités normales principales. La trace de l'élément sur le plan double et son flux se déplacent donc en comprenant dans s un secteur elliptique constant. Réciproquement, les plans qui ont leur flux f dans le plan double passent par le flux double, et le plan Δf les suit dans leur mouvement, de manière à détacher dans l'ellipsoïde principal un onglet constant.

» D'après le théorème I, si l'on considère avec un élément le plan qui contient ses deux flux, ce dernier a son flux positif dans le premier. Donnons à ces éléments le nom de *correspondants;* alors, deux éléments correspondants pour l'un des milieux le sont aussi pour l'autre. Les groupes

d'éléments correspondants sont tous les systèmes de plans diamétraux conjugués de l'ellipsoïde principal qui se coupent sur le plan double. Le plan double seul admet une infinité de correspondants, qui sont tous les éléments passant par le flux double. Le plan qui contient les flux des éléments correspondants passe par cette droite, et ces flux y forment un système de diamètres conjugués de l'ellipsoïde

$$\alpha\beta\gamma\left(\frac{x^2}{\alpha}+\frac{y^2}{\beta}+\frac{z^2}{\gamma}\right)+(\lambda x+\mu y+\nu z)^2=\Delta,$$

lequel touche l'ellipsoïde principal à l'extrémité du flux double, et coupe le plan double suivant l'ellipse obtenue en augmentant les rayons de s dans le rapport $\sqrt{\frac{\Delta}{\alpha\beta\gamma}}$. Cet ellipsoïde recevra le nom d'*ellipsoïde extérieur*.

» Les propositions qui précèdent conduisent immédiatement à une construction simple des flux. Un élément étant donné, on tracera parallèlement au plan double, et par l'extrémité du diamètre conjugué à cet élément par rapport à l'ellipsoïde central, une tangente à cet ellipsoïde jusqu'à la rencontre de celui que nous nommons *extérieur*. Les rayons de ces deux points seront les directions des flux.

» On peut encore présenter cette loi de la manière suivante. L'onglet ellipsoïdal, compris entre deux plans joignant le flux double au flux cherché et à la trace de l'élément donné sur le plan double, est constant et égal à $\frac{V}{4}\left(1-\frac{2}{\pi}\operatorname{arc\,tang}\sqrt{\frac{\Delta}{\alpha\beta\gamma}-1}\right)$, V étant le volume de l'ellipsoïde extérieur. En outre, dans l'ellipse que détermine sur cet ellipsoïde le plan du flux cherché et du flux double, le flux et la trace de l'élément sont deux diamètres conjugués.

» De cette construction on conclut que, quand l'élément roule sur un cône ayant pour base une section faite dans l'ellipsoïde principal parallèlement au plan double, le flux tourne sur un cône dont la base est une section semblable. Tout plan passant par le flux double détermine sur ces cônes deux génératrices qui sont des diamètres conjugués de l'ellipse qu'il détache sur l'ellipsoïde principal. Enfin les génératrices de contact de l'élément et les positions des flux tournent autour du flux en donnant naissance à des onglets coniques proportionnels. Cet énoncé montre d'une manière fort claire comment varient les directions des flux.

» Considérons maintenant la grandeur des conductibilités. Si, sur la direction du flux qui traverse un élément donné, on porte la conductibilité correspondante, le point obtenu sera aussi éloigné du plan double que

l'extrémité du flux double sur l'ellipsoïde des conductibilités l'est de l'élément donné.

» Il s'ensuit que, pour tous les éléments également inclinés sur le flux double, les flux sont distribués sur le cône du second degré dont la base est la section faite, dans l'ellipsoïde des conductibilités, par le plan mené parallèlement au plan double, à une distance égale à celle qui sépare des éléments donnés l'extrémité du flux double. De plus, quand l'élément parcourt son cône de révolution, les angles dont tourne autour du flux double leur génératrice de contact et les onglets coniques que forment les flux autour du diamètre conjugué du plan double sont proportionnels.

» Tous les éléments pour lesquels la conductibilité est constante enveloppent des cônes homofocaux dont les axes sont ceux de l'ellipsoïde des conductibilités du milieu négatif, et dont les focales sont les asymptotes de sa focale hyperbolique. Leurs flux tracent, pendant ce temps, les cônes du second degré dont les directrices sont les sections faites, dans l'ellipsoïde du milieu positif, par les sphères dont le rayon est la constante donnée.

» Quand un élément tourne autour d'une droite donnée, les conductibilités maximum et minimum ont lieu lorsqu'il devient tangent aux cônes homofocaux qui passent par cette droite. Les flux correspondants sont les axes de l'ellipse que forme le plan dans lequel se trouvent tous les flux de l'élément mobile, et le secteur elliptique dont tournent ces flux est à l'angle dont tournent les éléments dans le rapport $\frac{3V}{8\pi\rho}$, V étant le volume de l'ellipsoïde des conductibilités et ρ la conductibilité relative à la droite donnée.

» Il est nécessaire, pour compléter ceci, de savoir comment sont disposés les deux ellipsoïdes des conductibilités. Or ces ellipsoïdes sont égaux; les flux des éléments principaux forment dans chacun d'eux un système de diamètres conjugués identiques en longueur, mais assemblés différemment. Si l'on considère les trois couples de diamètres de même longueur dans ces deux ellipsoïdes, et si dans les plans qu'ils forment on mène les bissectrices, puis des plans perpendiculaires, ceux-ci passent par une même droite qui est perpendiculaire au plan double.

» Les lois précédentes simplifient beaucoup les relations analytiques exprimant la dépendance des flux et des éléments. Rapportant aux axes de l'ellipsoïde positif les cosinus mnp de la normale à l'élément, à ceux de l'ellipsoïde négatif les cosinus du flux $m'n'p'$, appelant ρ la conductibilité, ρ_1, ρ_2, ρ_3 les axes des deux ellipses, on a

$$\rho m' = \rho_1 m, \quad \rho n' = \rho_2 n, \quad \rho p' = \rho_3 p,$$

formules d'où l'on pourrait tirer une nouvelle construction simple du problème.

» Ajoutons, en terminant, que les éléments qui admettent une conductibilité dont la composante normale à leur direction est ω, enveloppent une famille de cônes homofocaux dont les axes sont ceux de l'ellipsoïde principal, et dont les focales sont les asymptotes de sa focale hyperbolique. Les flux tracent des cônes du second degré dont les directrices sont les courbes tracées, sur l'ellipsoïde positif, par des ellipsoïdes semblables à l'ellipsoïde extérieur, et dont les dimensions varient proportionnellement à $\sqrt{\omega}$. »

ASTRONOMIE. — *Sur le spectre de la comète de Winnecke.* Note de **M. C. Wolf**, présentée par M. Le Verrier.

« J'ai réussi, dès le 17 juin, à voir le spectre de la nouvelle comète de Winnecke, avec un spectroscope à vision directe, muni d'une fente. L'éclat de l'astre était encore très-faible à cette époque; il a augmenté progressivement jusqu'au 24, où la comète a présenté un noyau bien défini, une chevelure sous-tendant un angle d'environ 8 minutes, et une queue de plusieurs degrés, dirigée à l'opposé du Soleil. Ces variations n'ont modifié que très-légèrement le spectre de la nébulosité et du noyau.

» Si l'on observe la comète au spectroscope, en rétrécissant successivement la fente, d'abord largement ouverte, on voit le spectre se partager en trois bandes lumineuses séparées par des intervalles qui semblent complétement obscurs. Mais, quelle que soit la largeur de la fente, même lorsqu'elle est réduite à une petite fraction de millimètre, les bandes ne se rétrécissent pas jusqu'à devenir des lignes brillantes. Une fois amenées à un certain degré de largeur, elles ne font que s'affaiblir par la diminution d'ouverture, et les bords, le plus réfrangible surtout, restent toujours assez mal définis. L'augmentation d'éclat de la comète m'a paru produire simplement un léger élargissement de ces bandes. On n'a donc là rien de semblable aux lignes brillantes qu'offrent les spectres des nébuleuses ou des étoiles que j'ai signalées l'an dernier. L'aspect rappelle beaucoup mieux celui des spectres cannelés des étoiles du troisième type du P. Secchi, lorsque les bandes d'absorption sont larges et l'étoile assez faible, ou bien encore l'apparence des spectres d'absorption de certains liquides colorés.

» De ces trois bandes lumineuses, la plus brillante est située entre les raies solaires *b* et F, presque au contact de *b*. Les deux autres sont beaucoup plus pâles : l'une est placée entre D et E, un peu plus près de E que

de D; l'autre est au delà de F, mais assez voisine de cette ligne. Voici les mesures approchées que j'ai pu obtenir des distances de ces bandes à la raie D, exprimées en parties du micromètre :

Raie D		0
Première bande de la comète	1er bord	126
	2e bord	218
Raie E		296
Raie *b* (la double)		356
Deuxième bande de la comète	1er bord	358
	2e bord	436
Raie F		575
Troisième bande de la comète	1er bord	636
	2e bord	749
Raie G		1158

» Il m'a été impossible de voir aucune trace de lumière dans le rouge. Le spectre du noyau ne parait pas différer de celui de la nébulosité.

» Si l'on compare le spectre de la comète de Winnecke à celui de la comète de Brorsen, tel que l'a décrit le P. Secchi, on trouve entre les deux une identité presque absolue, à cette différence près que le P. Secchi a vu des raies brillantes là où j'ai vu des bandes. En réduisant, en effet, les positions des raies données par le P. Secchi à ce qu'elles seraient dans mon appareil, on trouve les nombres suivants :

Première raie brillante	165
Deuxième raie brillante	403
Troisième raie brillante	690

» On voit que ces positions, nécessairement entachées des erreurs de réduction d'un appareil à l'autre, placent les raies de la comète de Brorsen sur les bandes de la comète de Winnecke. Il y aurait donc un grand intérêt à ce que le P. Secchi voulût bien observer la nouvelle comète, s'il ne l'a déjà fait, comme il a observé celle de Brorsen. Ce que j'ai remarqué de l'élargissement des bandes avec l'augmentation d'éclat de la nouvelle comète expliquerait comment celle de Brorsen, beaucoup plus faible, n'a donné que des bandes très-étroites ou des raies. »

PHYSIQUE. — *Note sur l'introduction dans l'explication des phénomènes de l'induction d'une résistance dite* dynamique. Note de **M. F.-P. Le Roux**, présentée par M. Ed. Becquerel.

« A l'occasion d'un Mémoire présenté dans la dernière séance, et dans lequel on présente comme une découverte nouvelle l'introduction, dans

l'explication des phénomènes de l'induction, d'une résistance des conducteurs qui serait spéciale à l'état induit, et plus considérable que la résistance mesurée à la manière ordinaire avec des courants constants, je demanderai à l'Académie la permission de rappeler les résultats auxquels je suis parvenu sur cette question dans des travaux antérieurs (1).

» Les passages suivants de mes conclusions paraîtront sans doute suffisamment explicites. Je disais en 1857 :

« De l'ensemble des faits connus, je crois pouvoir faire sortir avec une » certitude presque absolue les principes suivants :

» Lorsqu'un circuit a des parties en mouvement, ou qu'il est traversé » par des courants discontinus, ou bien que les deux choses ont lieu à la » fois, les diverses parties de ce circuit (je parle du circuit lui-même et non » des corps avoisinants) s'échauffent comme s'il était immobile, que le » courant fût continu et qu'il présentât la même intensité que lorsqu'il » est discontinu. Le mouvement d'une portion du circuit (mouvement » nécessairement accompagné d'un travail mécanique) ou la discontinuité » du courant font naître une résistance spéciale que j'appelle *résistance* » *dynamique*. »

» J'expliquais antérieurement que cette résistance dynamique était une résistance qui prenait naissance toutes les fois que l'état du circuit n'était pas le même pendant les divers éléments successifs de la période variable, et que la qualification de *dynamique* lui était donnée par opposition à la résistance considérée dans les circonstances habituelles, relatives à l'état permanent, et à laquelle je donnai le nom de *résistance statique*.

« L'intensité du courant, c'est-à-dire la quantité de travail mise en jeu » pendant l'unité de temps, est toujours en raison inverse, toutes choses » égales d'ailleurs, de la somme des résistances, dynamiques ou statiques.

» Le travail mis en jeu, que ce travail soit extérieur comme dans les » machines magnéto-électriques, ou intérieur comme dans les appareils où » entrent des éléments de pile, ce travail se partage entre les diverses par» ties du circuit proportionnellement aux résistances dynamiques et sta» tiques de ces parties. »

» J'éprouve donc une réelle satisfaction à voir que eette idée d'une ré-

---

(1) *Comptes rendus*, t. XLV, p. 414 (1857), et *Annales du Conservatoire des Arts et Métiers*, t. I, p. 582 (1861) : « Études sur les machines électro-magnétiques et magnéto-électriques. »

Les citations ci-dessus sont empruntées à l'article des *Comptes rendus*.

sistance dynamique, que j'ai émise il y a *onze* ans, comme résultat intuitif de mes recherches sur l'induction, se trouve confirmée par les expériences tout à fait directes que MM. Jamin et Roger viennent de réaliser à l'aide des moyens exceptionnels qui se trouvent à leur disposition.

» En variant la vitesse de rotation de la machine, ils trouveront sans doute que la résistance dynamique, au moins telle que je la conçois, augmente rapidement avec cet élément de la question. Ce n'est, en effet, qu'une valeur moyenne entre celles que peut prendre une certaine fonction du temps, pendant l'intervalle où le courant est variable, valeur telle qu'il la faudrait supposer pour que celui-ci eût une intensité permanente égale à son intensité moyenne définie, je suppose, par des effets électrochimiques, la force électromotrice étant elle-même prise avec une valeur moyenne convenable. La résistance dynamique ainsi définie doit donc dépendre de la durée absolue de la période d'état variable, et aussi de la loi de cette variabilité. »

CHIMIE. — *Sur la densité de vapeurs du calomel.* Note de **M. H. Debray**, présentée par M. Dumas.

« La densité de vapeurs du sous-chlorure de mercure a été déterminée par Mitscherlich et plus récemment par MM. H. Sainte-Claire Deville et Troost; le nombre trouvé par ces derniers expérimentateurs ($D = 8,21$) diffère peu du nombre théorique (8,15), auquel on arrive en supposant que la formule Hg Cl corresponde à 4 volumes de vapeurs ($Hg = 200$, $Cl = 35,5$, $H = 1$ représentant 2 volumes).

» Mais les chimistes qui adoptent avec M. Wurtz les idées modernes sur l'atomicité, représentent le calomel par la formule $Hg^2 Cl^2$, pour des raisons que je ne puis développer ici, et comme d'autre part ils n'admettent pas que la formule d'un corps puisse correspondre à 8 volumes de vapeurs, ils supposent que le protochlorure de mercure est dédoublé à la température à laquelle on a pris sa densité de vapeurs en mercure métallique Hg et en bichlorure Hg Cl, occupant chacun 4 volumes de vapeurs (1).

» Il est facile, au contraire, de démontrer que le calomel ne se décompose pas, même partiellement, en mercure métallique et bichlorure, du

(1) « A la vérité, cette dernière (la formule $Hg^2 Cl^2$) paraît infirmée par la densité de vapeurs du calomel, qui n'est que la moitié de la densité déduite de la formule $Hg^2 Cl^2$. Mais on peut supposer, à bon droit, qu'il y a ici un cas de dissociation, car on sait avec quelle facilité les composés mercureux se dédoublent en mercure et composés mercuriques. » Wurtz, *Leçons de la Société chimique*, 1864, p. 163.

moins dans les circonstances où sa densité de vapeurs a été déterminée, puisqu'une lame d'or introduite dans le ballon où l'on prend cette densité à 440 degrés, température d'ébullition du soufre, conserve tout son éclat et toute sa malléabilité.

» On peut d'ailleurs s'assurer de la sensibilité de la réaction, en mettant une lame d'or au contact des vapeurs du bi-iodure de mercure à une température voisine du rouge sombre; ce corps commençant à se dissocier dans ces conditions, comme l'a démontré récemment M. H. Sainte-Claire Deville par une autre méthode, on voit, après l'expérience, que la lame d'or blanchie par le mercure est devenue tellement cassante, que le frottement des doigts suffit pour la réduire en poussière. Par conséquent le calomel n'éprouve point de dissociation, même partielle, à 440 degrés, et s'il était bien établi que sa formule est $Hg^2 Cl^2$, il faudrait le joindre à la liste des corps dont la densité de vapeurs correspond à 8 volumes. »

CHIMIE. — *Nouvelles recherches sur l'action du gaz hypochloreux sec sur un mélange d'iode et d'anhydride acétique.* Note de **M. P. Schützenberger**, présentée par M. Balard.

« On sait, d'après des travaux que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie des Sciences il y a quelques années, que l'acide hypochloreux et l'anhydride acétique réagissent l'un sur l'autre pour donner un composé offrant les caractères d'un acétate, dans lequel le métal est représenté par du chlore. On a, en effet,

$$2(C^2H^3O)O + Cl^2O = 2(C^2H^3OClO).$$

La composition centésimale et l'ensemble des propriétés de ce corps, particulièrement l'action des métaux qui dégagent du chlore libre, à froid, avec production d'un acétate métallique, celle de l'éthylène qui s'y unit directement en donnant le glycol acétochlorhydrique

$$C^2H^4 + C^2H^3OClO = (C^2H^4)''[(C^2H^3O^2)Cl],$$

ne laissent aucun doute sur la composition et la constitution de ce produit que j'ai désigné sous le nom d'*acétate de chlore*.

» L'acétate de chlore est décomposé à froid par l'iode, avec dégagement de chlore; on obtient un composé solide, cristallisable en beaux prismes volumineux, transparents et incolores; mais, chose remarquable, la substitution de l'iode au chlore, au lieu de se faire dans les rapports atomiques,

comme on pouvait s'y attendre, a toujours lieu dans la proportion de 1 atome d'iode pour 3 atomes de chlore, et le produit solide a une composition réprésentée par la formule

$$\left.\begin{matrix} 3(C^2H^3O) \\ I''' \end{matrix}\right\} O^3 \quad \text{et non par} \quad \left\{\begin{matrix} C^2H^2O \\ I' \end{matrix}\right\} O.$$

La réaction génératrice est donc

$$\left.\begin{matrix} 3(C^2H^3O) \\ Cl^3 \end{matrix}\right\} O^3 + I''' = Cl^3 + I'''(C^2H^3O^2)^3.$$

» L'iode fonctionne comme élément triatomique susceptible de fixer 3 atomes d'oxacétyle comme il peut fixer 3 atomes de chlore dans le trichlorure d'iode $I'''Cl^3$. Il est à remarquer que les tendances triatomiques de l'iode ne se révèlent que tant qu'il joue un rôle électropositif; on ne connaît, en effet, aucun iodure métallique de la forme $I'''M^3$. En raison de la complication moléculaire de ce corps, auquel j'ai donné d'abord le nom d'*acétate d'iode*, il convient peut-être de lui appliquer une nomenclature se rapprochant de celle des éthers des alcools polyatomiques, tels que la glycérine et le glycol. Nous pouvons, en effet, le comparer à de la glycérine triacétique dans laquelle le radical $(C^3H^5)'''$ serait remplacé par I''',

$$(C^3H^5)'''(C^2H^3O^2)^3, \text{ triacétine,}$$
$$I'''(C^2H^3O^2)^3$$

et l'appeler, par exemple, *iodol triacétique*. $I'''Cl^3$ serait l'iodol trichlorhydrique. D'après cela, la théorie permet de prévoir deux composés intermédiaires : l'un

$$I'''(C^2H^3O^2)^2Cl, \text{ iodol diacétochlorhydrique}$$

et $$I'''(C^2H^3O)Cl^2, \text{ iodol acétodichlorhydrique.}$$

C'est, en effet, ce que mes nouvelles expériences ont en partie confirmé.

» Je prépare depuis longtemps, avec la plus grande facilité, l'iodoltriacétique en dirigeant un courant d'acide hypochloreux sec dans de l'anhydride acétique tenant en suspension de l'iode et en refroidissant le mélange avec de l'eau, et j'ai, dès le début, signalé la production de cristanx jaunes en aiguilles dont la formation précède celle des cristaux grenus d'iodoltriacétique. Les premiers cristaux se forment en abondance à peu près au moment où tout l'iode est dissous, et lorsque le liquide ne conserve plus qu'une teinte orangée. En prenant deux parties d'anhydride acétique pour une partie d'iode, le liquide se prend en masse. On purifie facilement ces

cristaux en les dissolvant à chaud dans l'anhydride acétique (à 60 degrés); ils se déposent par refroidissement en belles et longues aiguilles jaune clair; mais il est très-difficile de les isoler de leur eau mère acétique, dans un état convenable pour l'analyse, vu leur grande altérabilité. Je n'avais donc pu constater que la présence simultanée du chlore et de l'iode dans le rapport des équivalents.

» Dans ces derniers temps, il m'a été permis de brûler ce corps après l'avoir traité de la manière suivante. Les aiguilles purifiées par deux ou trois cristallisations dans l'anhydride acétique, sont bien égouttées et lavées à plusieurs reprises avec du tétrachlorure de carbone refroidi à 10 degrés au-dessous de zéro, et enfin séchées dans le vide sec pour éliminer l'excès de chlorure de carbone. Une fois séchées, elles se conservent longtemps à l'abri de l'humidité et ne subissent pas aussi facilement la décomposition spontanée que l'on observe toujours, au bout de quelques jours, lorsqu'elles baignent dans leur eau mère acétique. Elles ont donné les nombres suivants :

(1) Matière, 0,7985; Acide carbonique, 0,480; Eau, 0,152.

(2) Matière, 1,677; Mélange : IAg + Cl Ag, 2,165.

(3) Mélange : IAg + ClAg, 0,737; le même, transformé en IAg par IK, 0,926.

(4) Mélange : IAg + ClAg, 0,939; le même, transformé en ClAg par Cl, 0,711.

» Ces nombres conduisent à la formule $I'''[(C^2H^3O^2)^2Cl]$ de l'iodol diacétochlorhydrique :

	Théorie.	I.	II.
Carbone........	17,11	16,39	»
Hydrogène......	2,13	2,12	»
Chlore..........	12,65	»	12,04
Iode...........	45,28	»	43,20
Oxygène........	»	»	»

» L'iodol diacétochlorhydrique se produit, d'après l'équation,

$$(C^2H^2O)^2O + I + Cl^2O = I(C^2H^3O^2)^2Cl + Cl.$$

En effet, pendant sa formation, on n'observe que la disparition de l'iode et un dégagement de chlore. Un excès d'acide hypochloreux en présence de l'anhydride acétique le transforme en iodol triacétique avec une vive effervescence de chlore

$$2[I'''(C^2H^3O^2)^2Cl] + Cl^2O + (C^2H^3O)^2O = Cl^4 + 2[I'''(C^2H^3O^2)^3].$$

» L'eau le décompose immédiatement avec production d'acide acétique,

d'acide chlorhydrique, d'acide iodique et de chlorure d'iode. Chauffé avec de l'acide acétique anhydre, il se décompose vers 100 degrés en donnant du chlorure d'acétyle, de l'acide iodacétique, un peu d'iode libre, de l'acide carbonique et de l'acétate de méthyle; en négligeant l'iode libre qui provient d'une décomposition secondaire, on a, en effet,

$$I'''(C^2H^3O^2)^2Cl + (C^2H^3O)^2O = \left.\begin{matrix} C^2H^2IO \\ H \end{matrix}\right\} O + C^2H^3OCl + CO^2 + \left.\begin{matrix} C^2H^3O \\ CH^3 \end{matrix}\right\} O.$$

» Quant au composé $I'''(C^2H^3O^2)Cl^2$, il est possible qu'il se forme dans une des phases de la réaction génératrice, mais jusqu'à présent je n'ai pas encore pu m'assurer de son existence.

» Aux propriétés de l'iodol triacétique déjà publiées, j'ajouterai les faits suivants :

» 1° Les métaux tels que le cuivre agissent à froid sur sa solution dans l'anhydride acétique et donnent un acétate et un iodure métallique. L'iode mis en liberté s'unit secondairement au métal.

» 2° Le zinc-éthyle réagit énergiquement sur l'iodol triacétique, il donne de l'acétate de zinc, de l'acétate d'éthyle et de l'iodure d'éthyle

$$I'''(C^2H^3O^2)^3 + Zn''(C^2H^5)^2 = \left.\begin{matrix} (C^2H^3O)^2 \\ Zn'' \end{matrix}\right\} O^2 + \left.\begin{matrix} C^2H^3O \\ C^2H^5 \end{matrix}\right\} O + IC^2H^5.$$

» J'espérais obtenir dans cette réaction un iodure de triéthyle $I'''(C^2H^5)^3$, mais l'expérience n'a pas confirmé cette vue théorique.

» 3° L'iodol triacétique n'agit pas à froid sur la benzine pure et sèche. Si l'on chauffe le mélange en présence d'un excès de benzine de manière à ne pas dépasser le point d'ébullition du carbure d'hydrogène, l'iodol se dissout d'abord et peut cristalliser par le refroidissement, mais peu à peu il disparaît, et lorsque le liquide cesse de déposer des cristaux à froid, on trouve outre l'excès de benzine : 1° un liquide bouillant entre 186 et 190 degrés qui possède les propriétés et la composition de la benzine monoiodée obtenue déjà par l'action du chlorure d'iode sur le benzoate de soude; 2° un corps solide, insoluble dans l'eau, soluble et cristallisable dans l'alcool, qui a fourni de 85,28 à 85,8 pour 100 d'iode, et qui semble être un mélange de benzine tétraiodée et de benzine quintiiodée. La production de la benzine monoiodée, qui représente le principal terme de la réaction, est liée à la formation simultanée d'acide carbonique, d'acide acétique et d'acétate de méthyle. On a, en effet,

$$I'''(C^2H^3O^2)^3 + C^6H^6 = C^6H^5I + \left.\begin{matrix} C^2H^3O \\ H \end{matrix}\right\} O + \left.\begin{matrix} C^2H^3O \\ CH^3 \end{matrix}\right\} O + CO^2.$$

» La décomposition à 100 degrés de l'iodol diacétochlorhydrique en présence de l'anhydride acétique fournit un moyen rapide pour préparer l'acide iodacétique. On obtient ce même acide plus facilement encore, en chauffant à l'ébullition (140 degrés) un mélange d'anhydride acétique, d'iode et d'acide iodique, suivant la méthode de M. Kekulé, pour la préparation des benzines iodées; la réaction est très-vive et demande à être calmée. Si l'on a employé assez d'acide iodique, le liquide se prend par le refroidissement en masse cristalline d'acide iodacétique, qu'il est facile de purifier en le faisant dissoudre dans la benzine bouillante d'où il se dépose par refroidissement en beaux feuillets nacrés. »

CHIMIE. — *Note sur la propriété qu'a l'oxygène de rallumer les corps en ignition; par* **M. Robinet**.

« Des expériences récentes sur une lampe sous-marine, alimentée par du gaz oxygène comprimé, m'ont rappelé quelques essais exécutés en 1866, et qui avaient pour but de déterminer dans quelles proportions l'oxygène doit être mêlé à l'azote pour rallumer une allumette présentant quelques points en ignition.

» Voici dans quelles circonstances j'ai dû faire ce travail. Il existe à Neubourg (Orne) un puits dont l'eau laisse dégager un gaz en proportions sensibles. Ce gaz a été reconnu pour être un mélange d'azote et d'oxygène dans lequel la proportion d'oxygène, déterminée par M. Jacquelain, varie entre 63 pour 100 et 25 pour 100.

» De l'eau de ce puits m'ayant été envoyée par M. Lemercier, j'ai fait l'analyse de l'air qu'elle pouvait dégager par une ébullition prolongée, et j'ai trouvé les proportions suivantes :

Azote	79,66	Azote	80,26
Oxygène	20,34	Oxygène	19,74
	100,00		100,00

» Il était évident que l'eau transportée n'avait pas retenu en dissolution un air comparable à celui qui se dégage à la source. Cet air ne rallumait en aucune façon les corps en ignition, comme celui qu'avait analysé M. Jacquelain.

» En conséquence, j'ai prié M. Lemercier de recueillir et de m'envoyer un certain volume du gaz qui se dégage spontanément de l'eau du puits de Neubourg. C'est ce qu'il a fait. Ce gaz rallumait très-bien la bougie ou l'allumette.

» A la suite de ces essais, j'ai voulu déterminer dans quelles proportions l'oxygène doit se trouver mêlé à l'azote pour obtenir la reproduction du phénomène en question. A cet effet, j'ai fait des mélanges d'oxygène et d'azote dans des proportions déterminées.

» Ce mélange contenant 34 pour 100 d'oxygène ne rallume pas les corps en ignition. Le mélange qui en contient 37 pour 100 les rallume quelquefois. Le mélange qui en contient 42 pour 100 les rallume souvent. Enfin le mélange qui en contient 47 pour 100 les rallume toujours. La proportion nécessaire d'oxygène paraît devoir être de 40 pour 100, au moins.

» Afin de ne laisser subsister aucun doute sur les résultats de ces expériences, j'ai prié mon collègue M. Buignet de vouloir bien répéter mes essais. Les résultats qu'il a obtenus ne présentent pas avec les miens de différence sensible. »

PHYSIOLOGIE. — *Remarques sur les variations des nageoires dans la classe des Poissons.* Note de **M. Ed. Gouriet**, présentée par M. Robin.

« Si les Poissons offrent de grandes différences quant à leur forme générale, il existe des variations non moins nombreuses dans les caractères distinctifs de leurs nageoires. Y a-t-il, dans ces variations et dans leur rapport avec la forme de l'animal, des résultats qui puissent aboutir à des lois ou tout au moins à l'expression de simples tendances? C'est ce que l'examen de ces organes nous a conduit à penser.

» Les remarques suivantes ont trait à la *forme*, à la *grandeur*, au *nombre*, à la *situation* ou *insertion*, aux conditions d'*existence* ou de *non-existence* des nageoires. (Pour l'abréviation du langage, nous employons de préférence les termes de *pleuropes*, *catopes*, *épiptère*, *hypoptère*, *uroptère*, empruntés à C. Duméril.)

» I. *Forme*. — 1° Une nageoire aiguë se lie à une natation très-rapide, surtout si cet organe se recourbe en forme de faux et offre un bord postérieur concave : c'est ce qu'on voit pour les pleuropes et les catopes chez beaucoup de Scombéroïdes, et pour toutes les nageoires chez quelques Sélaciens. Ce résultat correspond à ce qui a eu lieu, chez les Oiseaux, pour l'aile suraiguë des Faucons, des Martinets, des Frégates, etc.

» 2° Une uroptère très-échancrée dénote un Poisson bon nageur, surtout si l'extrémité qui porte cet organe est soutenue elle-même par un pédicule : *Exemple :* les Scombéroïdes, les Squamipennes, les Teuthyes. Rappelons que les Oiseaux de haut vol ont la queue très-fourchue.

» 3° Comme conséquence inverse de ce qui précède, des nageoires à contours arrondis sont en général, tout égal d'ailleurs, l'apanage des Poissons à vitesse modérée, de même que l'aile et la queue obtuses caractérisent les Oiseaux à vol médiocrement rapide.

» II. *Grandeur et nombre.* — 1° Il est presque superflu de dire que la grandeur des nageoires s'observe surtout chez les Poissons à natation très-rapide : voyez le développement de l'uroptère dans les familles que nous avons citées, et celui des pleuropes chez le Thon commun, le Germon, les Exocets, les Dactyloptères, etc., etc.

» 2° Il en est, pour la rapidité, du nombre des nageoires comme de leur grandeur : citons les Sélaciens et certains Gadoïdes, dont les nageoires impaires sont aussi multipliées que possible. Quelques Poissons de cette dernière famille trouvent dans le grand nombre de ces appendices une compensation au désavantage qui résulte de leur contour souvent arrondi et obtus.

» 3° Une loi qui nous paraît presque générale, c'est que l'étendue en hauteur (il s'agit ici de la longeur des rayons) de l'épiptère et de l'hypoptère est proportionnelle à la distance de la ligne d'insertion au-dessus ou au-dessous de la ligne médiane antéro-postérieure ; *Exemple :* les Squamipennes, beaucoup de Scombéroïdes et de Sparoïdes à dos bombé.

» 4° Ce qui est vrai, sous ce dernier point de vue, pour une nageoire entière, est souvent applicable à une portion de nageoire, relativement à une très-petite région : c'est ainsi que chez les Pomotis, les Myripristis, les Holocentres, etc., des portions d'épiptère et d'hypoptère sont développées en hauteur dans le rapport de la saillie charnue où elles sont implantées.

» 5° Quelquefois cependant l'épiptère est très-haute, sans que la région d'implantation soit fort élevée au-dessus de l'axe médian : c'est qu'alors la grande étendue de la nageoire dorsale est destinée à compenser l'absence totale des catopes (Xiphias, Machaira), ou leur peu de développement, voire même leur réduction à de simples tiges ou rayons (Histiophore, Tétrapture, Ptéraclis, Astroderme, etc.). Dans ces deux derniers genres, l'hypoptère participe à la hauteur de l'épiptère. Voilà de nouveaux exemples de balancement organique, qui, avec celui que nous avons déjà cité, montrent la rapidité de la natation comme un produit soumis aux variations respectives de plusieurs facteurs, dont les principaux sont la forme, a grandeur et le nombre des nageoires.

» 6° La très-grande étendue antéro-postérieure (il s'agit ici du nombre des rayons) des nageoires dorsale et anale, étendue pouvant aller jusqu'à

la continuité avec l'uroptère, s'observe surtout chez les Poissons à forme très-aplatie (Pleuronectes), ou à forme très-allongée (Percophis, Thyrsite, Gempyle, Mastacemble, Anguilliformes, Tænioïdes, nombre de Gobioïdes, etc.).

» III. *Situation ou Insertion.* — La situation ou l'insertion des nageoires a été souvent mise à profit par les ichthyologistes pour l'établissement de leurs grandes coupes, témoin les classifications de Linné, de Lacépède, de Duméril. Cuvier s'en est servi, comme on sait, mais seulement pour subdiviser les Malacoptérygiens et pour établir des groupes secondaires dans la famille des Percoïdes.

» Le rapport qui peut exister entre le lieu d'insertion des nageoires et la forme générale de l'animal nous a vivement occupé; cet examen nous a conduit aux propositions suivantes :

» 1° Les catopes sont ou jugulaires ou thoraciques :

» *a.* Chez les Poissons *macrocéphales*, tels que les Trigles, les Cottes, les Dactyloptères, les Joues-Cuirassées en général (Céphalates et Dactylés de Duméril), les Pectorales pédiculées (Ptéropodes du même auteur);

» *b.* Chez la plupart des Poissons qui, sans même avoir un développement excessif de la tête, ont le corps assez ramassé d'avant en arrière, tels que beaucoup de Percoïdes et de Sciénoïdes, les Squamipennes, etc.;

» *c.* Chez presque tous les Poissons (proposition plus générale) qui ont le centre de gravité compris *dans les deux cinquièmes antérieurs du corps.*

» D'autre part, nous constatons que les Poissons abdominaux ou Opisthopodes n'ont jamais la tête ni la partie antérieure du tronc fort volumineuse, que leur corps est en général fusiforme quand il n'est pas très-allongé (Cyprinoïdes, Clupéides, Lucioïdes, Percoïdes abdominaux, Bouches en flûte, etc.).

» Les résultats qui précèdent peuvent se résumer par cette loi, que *chez les Poissons dont le centre de gravité se trouve placé très en avant, les catopes semblent portées vers ce point pour mieux le soutenir.*

» 2° Si, avec la coïncidence de la macrocéphalie et de la position des catopes très en avant, les pleuropes sont insérées assez loin en arrière, la longueur de ces dernières compense le désavantage qui résulte de leur position. *Exemple:* les Pectorales pédiculées.

» 3° On voit cependant, quoique bien moins souvent, des Poissons assez allongés parmi les Jugulaires et les Thoraciques (Propodes et Hémisopodes, de Duméril), mais il faut remarquer que, très-fréquemment alors, les nageoires impaires sont aussi multipliées que possible en nombre ou en éten-

due, ce qui exige le rejet des catopes en avant, et ce qui compense, ainsi que nous l'avons établi, au point de vue de la vélocité, le défaut inhérent à la forme souvent obtuse des nageoires.

» 4° L'insertion de l'épiptère peut aller parfois aussi loin que possible en avant, voire même jusqu'à la tête.

» L'insertion de l'hypoptère ne dépasse jamais en avant le niveau transversal des catopes.

» Le bord antérieur de l'appareil épiptérien est presque toujours en avant du bord antérieur de l'hypoptère; d'autres fois, il coïncide avec lui (Opisthoptères, de Duméril); il est assez rare qu'il lui soit postérieur, et excessivement rare que l'épiptère en totalité soit en arrière de l'hypoptère (*Anableps*).

» Il est très-commun, dans les Propodes et les Hémisopodes, de voir le bord postérieur des appareils épiptérien et hypoptérien se correspondre d'une manière sensible; au contraire, chez les Opisthopodes ou Abdominaux (excepté les Opisthoptères dont nous venons de parler), l'anale est le plus souvent portée en entier bien en arrière de la dorsale.

» IV. *Existence ou absence des nageoires.* — 1° De tous ces organes les catopes sont ceux qui auraient le plus de tendance à faire défaut. *Exemple :* les Anguilliformes, dits pour cela *Apodes*. En dehors de cette famille, il existe un certain nombre de Poissons, disséminés en divers points de la classe et privés de cette paire d'appendices. Duméril, pour faire saisir ce caractère, les avait, sous le nom de *Pseudapodes*, réunis en un groupe artificiel, tout en les rapportant à leurs familles respectives. Si l'on examine ces genres avec attention, il est facile de voir que l'absence des catopes est amplement compensée, chez les uns par la longueur et la souplesse du corps, chez les autres par le développement exagéré de certaines nageoires.

» 2° Le cas d'existence des catopes avec absence unilatérale ou bilatérale des pleuropes est on ne peut plus rare : les genres Monochire, Achire et Plagusie offrent seuls ce caractère (Pleuronectes ou Hétérosomes).

» 3° L'absence simultanée des pleuropes et des catopes a lieu chez les Ophichthes, de Duméril, qui, à l'exception de l'Aptérichthe et de certains Murènoblennes, dépourvus de toute espèce de nageoires, offrent encore des genres munis de nageoires impaires ou lophiodermiques. Ce sont donc ces organes impairs qui ont le plus de constance, ou, si l'on veut, qui sont les derniers à disparaître, soit en partie, soit même en totalité, comme nous venons d'en citer des exemples. »

GÉOLOGIE. — *Sur les mouvements du sol du Chili.* (Extrait d'une Lettre de **M. Pissis** à M. Élie de Beaumont.)

« Pendant mon dernier voyage dans les provinces australes du Chili, j'ai eu l'occasion d'observer quelques faits nouveaux qui pourront peut-être vous intéresser. Dans une des Lettres que j'ai eu l'honneur de vous écrire, je cherchais à établir, sur des données positives, le soulèvement graduel de la côte du Chili; je viens de constater ici un phénomène inverse, un abaissement du sol qui, s'il ne continue pas encore, ne peut remonter qu'à une époque très-peu éloignée.

» La grande plaine qui s'étend au sud du Rio-Impérial et qui occupe tout l'espace compris entre la cordillère des Andes et la chaîne maritime, est recouverte par une puissante assise d'un conglomérat de transport qui recouvre la formation à lignites et dont l'âge correspond à l'apparition des premiers cônes volcaniques. Ce terrain s'étend sans interruption jusqu'au 42e degré, et là il est brusquement coupé par le canal de Chacao, de telle sorte qu'au sud de ce parallèle la mer vient battre le pied des Andes, et la partie plane du Chili ne se trouve plus représentée que par ce nombre infini de petites îles qui forment les archipels de Chiloé et de los Chonos; or la composition de ces îles est absolument la même que celle de la plaine, on y retrouve le même terrain de transport formé de fragments roulés de trachyte, de phonolithe et de syénite; et dans quelques-unes on voit paraître au-dessous la formation à lignites. Ces archipels représentent ainsi les restes d'une vaste surface qui se rattachait au continent et qui a été envahie par la mer. Si l'on remonte au nord, en suivant la base des Andes, on trouve d'abord le golfe de Reloncavi, qui s'avance dans les terres jusqu'auprès du 41e degré, puis une série de lacs séparés entre eux par de très-petits intervalles et qui se succèdent jusqu'au volcan de Villarica. Le fond de quelques-uns de ces lacs se trouve bien au-dessous du niveau de la mer; celui de Llanquihue, dont la surface n'atteint pas 50 mètres d'altitude, présente vers son milieu une profondeur de plus de 200 mètres; il en est de même du lac de Ranco, situé plus au nord. Tous ces lacs sont entourés par le terrain de transport qui forme des falaises à pic de 20 à 30 mètres d'élévation; leur formation est donc postérieure à celle de ce terrain et paraît coïncider avec l'affaissement de la partie située plus au sud.

» Voici maintenant les faits qui paraissent indiquer que cet affaissement, qui a pu être instantané à l'origine, s'est ensuite continué lentement jusqu'à

nos jours. Sur plusieurs points de la côte orientale du golfe de Reloncavi et dans plusieurs îles de l'archipel, on observe des restes de forêts recouverts par la mer et qui sont comme le prolongement des forêts actuelles; les racines sont en place, et le bois si peu altéré qu'il conserve encore son élasticité.

» Ainsi le sol du Chili paraît obéir à un mouvement de bascule qui relèverait la partie nord, tandis que la partie sud s'affaisserait sous la mer. L'axe autour duquel le mouvement aurait lieu, correspond un peu au sud de l'embouchure du Rio-Levu; il y a là un point de la côte où l'on n'observe aucune trace de soulèvement ni d'affaissement. Quant à la direction de cet axe, les faits manquent encore pour l'indiquer même approximativement.

» Santiago, 9 mai 1868. »

GÉOLOGIE. — *Excursion au cratère du Vésuve, le 21 février 1868, par* **M. Diego Franco**. (Extrait d'un Mémoire présenté par M. Ch. Sainte-Claire Deville.)

« Après avoir fait le tour des principales émanations des champs Phlégréens (1), il me restait à observer le Vésuve en éruption.

» Depuis la rentrée en activité du volcan, et surtout pendant le mois de février, on observa une sorte de périodicité dans sa force éruptive. Ainsi, tous les deux ou trois jours il reprenait de l'activité, qui se manifestait par des détonations et des mugissements accompagnés de projections, et surtout par un bruit prolongé et continu, semblable à celui d'une pluie d'orage, ce que je cherchais à exprimer dans mon journal d'observations par ces mots : *Tempête du volcan* (2). Cette exaltation de l'intensité éruptive, dont se ressentaient tous les instruments de l'Observatoire, était suivie d'une nouvelle émission de lave; puis, venait un calme trompeur; de sorte que, d'une certaine manière, nous pouvions savoir quand il était possible de faire sans danger l'ascension du cratère.

» La *tempête* ayant eu lieu le 20 février, et bien assuré que le jour suivant le cône éruptif serait rentré dans le calme, je me décidai le 21 à faire l'ascension du grand cône. Mais, comme la route manque, je fus obligé de m'ouvrir, au prix de mille fatigues et en rampant une grande partie du temps, un pénible chemin en suivant les bouches de 1855.

---

(1) Les travaux auxquels il est fait ici allusion seront soumis ultérieurement à l'Académie.

(2) *Temporale del Vulcano.*

» Sur le cratère supérieur, on ne voyait aucune lave, parce que celle-ci coulait à l'ouest par une ouverture ou canal, tout recouvert de cette même lave, et suivait ainsi la pente du grand cône, presque toujours cachée, jusque vers sa base ouest-sud-ouest, où elle a constitué un vaste amas sur le cône adventif de 1858. Une portion de la lave rejetée se dirigeait sur Resina ; c'est celle du *piano delle Ginestre ;* l'autre courait sur l'Observatoire, par la route *della Crocella* et par les *Canteroni*.

» On ne distinguait donc sur le cratère que le cône éruptif, bien terminé, notablement élevé et agrandi. Quoique dans un calme relatif, il rejetait, par intervalles et avec force, de grandes bouffées de vapeurs mélangées à des fragments de roches. En quelque point du versant ouest de ce cône qu'on fît un trou avec un bâton, on en voyait sortir une grande quantité de vapeur d'eau et de gaz. Étant monté jusque vers la moitié de ce cône éruptif, je trouvai l'acide sulfureux très-sensible, et, au moyen de l'aspirateur, je constatai l'existence de l'acide carbonique; mais, comme il eût été imprudent de m'établir là pour faire des essais quantitatifs, je recueillis deux flacons de ces émanations, et je m'éloignai. A la base de ce cône adventif il y avait encore de l'acide sulfureux et de l'acide carbonique. Même chose s'observait dans d'autres fumerolles, placées, à quelques mètres de cette base, sur le canal au fond duquel coulait la lave incandescente. Le gaz aspiré de ces fumerolles ne donna aucun précipité dans le nitrate d'argent ni dans le sulfate de fer et presque aucun dans le chlorure de baryum; par l'eau de chaux, j'obtins un précipité soluble dans les acides avec effervescence. Ces fumerolles, en communication avec le centre éruptif, ne contenant pas d'acide chlorhydrique, je crois pouvoir en conclure que, en ce moment, le cône éruptif ne contenait non plus, ou plutôt ne dégageait pas cet acide.

ANALYSE DE CES ÉMANATIONS.

Température de la fumerolle : elle fond le verre et le zinc.

Acides sulfureux et carbonique	18,30
Oxygène	15,49
Résidu (Azote?)	66,21
	100,00

» Voilà ce qui est relatif aux substances gazeuses étudiées sur les lieux, près du centre éruptif et sur ce centre même.

» Quant aux substances solides sublimées, il y avait un peu de fer oligiste granulaire et un corps d'un rouge jaunâtre, déliquescent, que je

considère comme composé, en grande partie, de chlorure de fer. On voyait aussi du chlorure de sodium fondu (1).

» Après avoir ainsi observé le voisinage du centre éruptif actuel, je me suis dirigé vers mes fumerolles habituelles, au sud-ouest de l'ancien cratère, dont quelques-unes ont été recouvertes par les nouvelles laves (2). Voici l'analyse de deux d'entre elles, la température de l'air variant de 8 à 10 degrés :

	Temp. = 60°.	Temp. = 55°.
Acide carbonique......	3,03	2,22
Oxygène.............	20,45	19,18
Résidu (Azote?).......	76,52	78,60
	100,00	100,00

» Quand on approchait l'oreille des orifices de ces fumerolles, d'où se dégageait une masse considérable de vapeur d'eau, on entendait un bruit semblable à celui d'une grande chaudière en ébullition.

» L'existence de l'acide carbonique sur le cône adventif en éruption me semblant d'abord contestable, je recueillis de ces gaz et le portai dans le laboratoire, où les essais suivants furent faits en collaboration de MM. de Luca et Ubaldini.

» Nous nous assurâmes d'abord que, pour que l'absorption du gaz sulfureux par l'oxyde puce de plomb soit complète, il faut que le gaz soit sec. Trois analyses de ce gaz ont ensuite donné les résultats suivants :

---

(1) Voici le résultat des essais faits sur ces dépôts de sublimation :

La partie soluble donnait la réaction du fer au maximum et celle du chlore.

Le sulfhydrate d'ammoniaque donnait un précipité altérable à l'air (sulfure de fer). Les traces d'une couleur de chair m'ayant fait soupçonner la présence du manganèse, je précipitai tout par la potasse et filtrai : le précipité recueilli, mis dans un tube d'essai avec du bioxyde de plomb et de l'acide nitrique, et chauffé, donna un dégagement immédiat de chlore.

Cette même partie soluble donnait :

Par l'oxalate d'ammoniaque, un précipité blanc;

Par le chlorure de baryum, très-léger précipité;

Avec la potasse, réaction négative.

La partie insoluble consistait presque uniquement en sesquioxyde de fer, donnant aussi la réaction du manganèse.

(2) Ce sont les fumerolles que j'ai constamment désignées, dans mes précédents Mémoires, sous le nom de : *Fumerolles des petites laves de 1842 à 1848*. (Ch. S.-C. D.)

	Analyses par l'oxyde de plomb et la potasse.		Analyse par la potasse seule.
Acide sulfureux........	3,21	3,58	8,42
Acide carbonique.......	5,50	4,48	
Oxygène.............	17,88	18,38	18,42
Résidu (Azote?)......	73,41	73,56	73,16
	100,00	100,00	100,00

» Le résidu n'était pas combustible.

» De ces analyses (1), je crois pouvoir conclure que les recherches du laboratoire ont confirmé ce que j'avais observé sur les lieux. »

M. Baudrimont, à propos d'une communication précédente de *M. E. Monnier*, adresse quelques remarques sur les diverses causes qui peuvent amener de faibles variations dans les indications des balances.

A 5 heures et demie, l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 6 heures. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 29 juin 1868, les ouvrages dont les titres suivent :

Expériences synthétiques relatives aux météorites. — Rapprochements auxquels ces expériences conduisent; par M. A. Daubrée. Paris, 1868; in-8°.

Agronomie, Chimie agricole et Physiologie; par M. Boussingault, t. IV, 2e édition. Paris, 1868; in-8°.

Description des fossiles du Néocomien supérieur de Utrillas et ses environs (province de Teruel); *par* MM. E. de Verneuil *et* G. de Lorière. Le Mans, 1868, br. in-4° avec planches. (Présenté par M. de Verneuil.)

Compléments de Géométrie fondés sur la perspective, formant suite à tous les Traités de Géométrie élémentaire; par M. Poudra. Paris, 1868; 1 vol. in-8° avec planches. (Présenté par M. Chasles.)

---

(1) Et de plusieurs autres essais comparatifs et justificatifs des méthodes, rapportés dans la Lettre de M. Diego Franco.

Galilée, les droits de la science et la méthode des Sciences physiques; par M. Th. HENRI MARTIN. Paris, 1868; in-12. (Présenté par l'Académie des Sciences morales et politiques.)

Du diagnostic des maladies des yeux par la chromatoscopie rétinienne, précédé d'une étude sur les lois physiques et physiologiques des couleurs; par M. X. GALEZOWSKI. Paris, 1868; in-8° avec figures et planches. (Présenté par M. Ch. Robin pour le concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1869.)

Rapport médical sur l'asile d'aliénés de Niort pour les années 1866 *et* 1867; *par* M. F. LAGARDELLE. Saint-Maixent, 1867-1868; 2 broch. in-4°.

Atti... *Actes de l'Académie pontificale des Nuovi Lincei*, 2e année, 1849; 20e année, décembre 1866 à juin 1867. Rome, 1867-1868; 4 brochures in-4°.

Accademia... *Académie pontificale des Nuovi Lincei.* — Programme du prix Carpi. Sans lieu ni date; opuscule in-4°.

Prefazione... *Préface d'une bibliothèque mathématique italienne, présentée à l'Académie royale des Sciences, Lettres et Arts de Modène; par* M. le professeur Pietro RICCARDI. Modène, 1868; in-4°.

Molestias... *Affections vénériennes et syphilitiques. Exégèse des doctrines qui s'y rapportent, suivies d'une Somme pathologique et thérapeutique, et d'un Formulaire spécial; par* M. J.-A. MARQUES, 2e édition. Lisbonne, 1868; in-12. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Researches... *Recherches de physique solaire; par* MM. WARREN DE LA RUE, BALFOUR STEWART, B. LOEWY. — *Appendice à la seconde série sur la distribution en latitude héliographique des taches solaires observées par* CARRINGTON. Londres, 1868; in-4° avec planches.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS DE MAI 1868. (Fin.)

Journal des Fabricants de Sucre; nos 4 à 8, 9e année, 1868; in-fol.

Kaiserliche... *Académie impériale des Sciences de Vienne;* nos 10 à 14, 1868; in-8°.

L'Abeille médicale; nos 19 à 21-23, 1868; in-4°.

La Guida del Popolo; n° 10, 1868; in-8°.

La Médecine contemporaine; nos 10 et 11, 1868; in-4°.

La Science pour tous; 13e année, nos 23 à 27, 1868; in-4°.

L'Art dentaire; n° 5, 1868; in-8°.

L'Art médical; mai, juin 1868; in-8°.

Le Gaz; n° 4, 1868; in-4°.

Le Moniteur de la Photographie; nos 4 à 6, 1868; in-4°.

Leopoldina... Organe officiel de l'Académie des *Curieux de la Nature*, publié par son Président le Dr C.-Gust. Carus; nos 5 à 8, 1868; in-4°.

Les Mondes...; nos 7, 14, 21, 28 mai et 4 juin 1868; in-8°.

Le Sud médical; nos 10 et 11, 1868; in-8°.

L'Evénement médical; nos 19 à 23, 1868; in-4°.

L'Imprimerie; avril, mai, juin 1868; in-4°.

Magasin pittoresque; mai 1868; in-4°.

Matériaux pour l'histoire positive et philosophique de l'homme; par G. DE MORTILLET; mars et avril 1868; in-8°.

Monatsbericht... *Compte rendu mensuel des séances de l'Académie royale des Sciences de Prusse*. Berlin, décembre 1867; in-8°.

Montpellier médical... Journal mensuel de Médecine; mai et juin 1868; in-8°.

Nouvelles Annales de Mathématiques; mai 1868; in-8°.

Nouvelles météorologiques, n° 6, 1868; gr. in-8.

Pharmaceutical Journal and Transactions; t. IX, n° 11, 1868; in-8°.

Répertoire de Pharmacie; mai 1868; in-8°.

Revue des cours scientifiques; 5e année, nos 23 à 27; 1868; in-4°.

Revue des Eaux et Forêts; n° 5, 1868; in-8°.

Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; n° 10 et 11, 1868; in-8°.

Revue médicale de Toulouse; avril et mai 1868; in-8°.

Società reale di Napoli. Rendiconto dell' Accademia delle Scienze fisiche e matematiche. Naples, mars 1868; in-4°.

The Scientific Review; n° 6, 1868; in-4°.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS DE JUIN 1868.

Annales de l'Agriculture française; 15 et 30 mai - 15 juin 1868; in-8°.

Annales de la Société d'Hydrologie médicale de Paris, Comptes rendus des séances, t. XIII, 9e livraison; 1868; in-8°.

Annales des Conducteurs des Ponts et Chaussées; mai 1868; in-8°.

Annales du Génie civil; juin 1868; in-8°.

Annales de l'Observatoire Météorologique de Bruxelles; n° 5, 1868; in-4°.

Bibliothèque universelle et Revue suisse. Genève, n° 126, 1868; in-8°.

Bulletin de la Société Géologique de France; feuilles 9 à 20, 1868; in-8°.

Bulletin de l'Académie impériale de Médecine; nos 10 et 11, 1868; in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse; mai 1868; in-8°.

Bulletin des séances de la Société impériale et centrale d'Agriculture de France; n° 6, 1868; in-8°.

Bulletin de la Société de Géographie; mai 1868; in-8°.

Bulletin de la Société française de Photographie; juin 1868; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique; n° 5, 1868; in-8°.

Bulletin de la Société de l'Industrie minérale; juillet, août et septembre 1868; in-8° avec atlas in-fol.

Bulletin général de Thérapeutique; 15 juin 1868; in-8°.

Bulletin hebdomadaire du Journal de l'Agriculture; nos 24 à 26, 1868; in-8°.

Bullettino meteorologico dell'Osservatorio del Collegio romano; t. VII, n° 5, 1868; in-4°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences; nos 22 à 26, 1er semestre 1868; in-4°.

Cosmos; nos des 6, 13, 20, 27 juin 1868; in-8°.

Gazette des Hôpitaux; nos 68 à 76, 1868; in-4°.

Gazette médicale de Paris; nos 24 à 26, 1868; in-4°.

Il Nuovo Cimento... *Journal de Physique, de Chimie et d'Histoire naturelle;* novembre et décembre 1867, janvier à mars 1868. Turin et Pise; in-8°.

Journal d'Agriculture pratique; nos 24 à 26, 1868; in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; juin 1868; in-8°.

Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques; nos 16, 17, 1868; in-8°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées; juin 1868; in-4°.

Journal des fabricants de sucre; nos 9, 10, 11, 9e année, 1868; in-fol.

Les Mondes; nos des 11, 18, 25 juin 1868; in-8°.

La Science pour tous; nos 29, 30, 13e année, 1868; in-4°.

L'Abeille médicale; nos 24 à 26, 1868; in-4°.

L'Art dentaire; n° 6, 1868; in-8°.

La Médecine contemporaine; n° 12, 1868; in-4°.

Le Moniteur de la Photographie; n° 7, 1868; in-4°.

Le Sud médical; n° 12, 1868; in-8°.

Magasin pittoresque; juin, 1868; in-4°.

Monatsbericht... *Compte rendu mensuel des séances de l'Académie royale des Sciences de Prusse*. Berlin, janvier à mars 1868; in-8°.

Monthly... *Notices mensuelles de la Société royale d'Astronomie de Londres;* n° 7, 1868; in-12.

Nouvelles Annales de Mathématiques; juin 1868; in-8°.

Pharmaceutical Journal and Transactions; n° 12, 1868; in-8°.

Revue maritime et coloniale; juin 1868; in-8°.

Répertoire de Pharmacie; juin 1868; in-8°.

Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; n° 12, 1868; in-8°.

Revue des cours scientifiques; 5e année, nos 28 à 30, 1868; in-4°.

Società reale di Napoli. Rendiconto dell' Accademia delle Scienze fisiche e matematiche. Naples, avril 1868; in-4°.

The Journal of the royal Dublin Society; n° 36, 1867; in-8°.

FIN DU TOME SOIXANTE-SIXIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JANVIER — JUIN 1868.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME LXVI.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

L

M

N

P

PRIX PROPOSÉS.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SCIENCES PHYSIQUES.

T

V

Z

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

H

I

J

K

L

M

N

O

P

S

T

V

W

Y

Z

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
Paris. — Rue de Seine-Saint-Germain, 10, près l'Institut.